A S. E. Rmo
Monsr Capaccini
in ossequio
P. Volpicelli



DELLE

# ISTITUZIONI FISICO-CHIMICHE

DI

# G. B. PIANCIANI

DELLA COMPAGNIA DI GESU', PROFESSORE NEL COLLEGIO ROMANO, E MEMBRO DEL COLLEGIO FILOSOFICO.

Estratto





Roma
DALLA TIPOGRAFIA DEL GIORNALE ARCADICO
1833.

## Articolo I.

Due sono i modi coi quali progredisce l'umano intelletto, e consistono il primo nella cognizione dei fatti, il secondo nella cognizione dei rapporti fra i fatti stessi. Serve l'uno ad aumentare i materiali della scienza, l'altro a disporli con ordine e reciproca dipendenza, lo che giova moltissimo al conseguimento della istruzione con economia di fatica e di tempo, ed al progresso della scienza istessa. Perciò quante volte s'imprende a trattare una dottrina, fa duopo riguardare attentamente agl' incrementi prodotti nella medesima dall' uno e dall' altro di siffatti modi, che debbono ambedue farsi contribuire al medesimo scopo, per non errare nella scelta e disposizione delle materie da esporsi. *Qui tractaverunt scientias* (dice Bacone) *aut empirici aut dogmatici fuerunt. Empirici formicae more congerunt tantum et utuntur; rationales aranearum more telas ex se conficiunt. Apis vero ratio media est, quae materiam ex floribus horti et agri elicit, sed tamen eam propria facultate vertit ac digerit.* Quindi è che sarebbe difetto nel trattare oggi la fisica limitarsi agl' incrementi prodotti nella medesima per la scoperta de' nuovi fatti, senza considerare i rapporti che regnano fra questi, e le relazioni loro colle altre scienze; per le quali cose vedrà ognuno indispensabile al presente incorporare i *principii fondamentali* della chimica nelle fisiche dottrine.

Questo modo è il più efficace che possa tenersi per progredire nelle cognizioni, e come ognun vede, tende ad avvicinare e concatenare fra loro le diverse teoriche, a riportare più fatti sotto la dipendenza di pochi, ed a condurre le menti verso quella unità di principii, nella quale sta sempre il vero sapere. Considerando l'andamento dell'umano spirito nell' acquisto delle cognizioni, si vedrà facilmente che i passi giganteschi del suo progresso procedono meno dalla scoperta dei fatti, che dei rapporti loro, nei quali consiste la economia de' principii alla scienza necessari; e perciò il perfezionamento della medesima. Nè potrà mai essere altramente, da che è proprio della somma sapienza con poche leggi aver prodotto molti effetti, e della umana limitazione supporne molte al bisogno, per conoscere poi quelle poche, sufficenti e necessarie al fatto.

La chimica per modo ha progredito e moltiplicato i suoi punti di contatto colla fisica, che fra queste scienze i limiti non più si distinguono; nè possono agevolmeute tracciarsi come per lo innanzi. Oggi adunque le regolari e perfette istituzioni di fisica dovranno estendere i confini loro, ed abbracciare molte di quelle nozioni conosciute per chimiche, ma che pur troppo servono a complemento ed a perfezione delle dottrine fisiche, e spesso anche di base alle medesime. Perciò, giovi ripeterlo, deve al presente lo studio della fisica, propriamente detta, unirsi con quello de' principii fandamentali di chimica; e da questo metodo non può declinarsi che pregiudicando alla scienza e alla istruzione.

Pertanto con piacere e soddisfazione grandissima veggiamo comparire alla pubblica luce le istituzioni fisico-chimiche del p. G. B. Pianciani della compagnia di Gesù, professore chiarissimo di fisica nel

collegio romano; nelle quali, come il titolo stesso lo annunzia, le dottrine chimiche contribuiscono al perfezionamento loro nel miglior modo attualmente richiesto dalla scienza. Sono queste istituzioni stampate nella tipografia Puccinelli, in via della Valle n. 53, ed ivi si smerciano con diritto di assoluta proprietà, e sono divise in tre tomi in ottavo con figure incise in rame. La materia è distribuita in sei libri, preceduti da una introduzione, della quale or ora parleremo. Il primo libro tratta delle proprietà più generali dei corpi: il secondo espone l'affinità chimica, e i principii della chimica generele: il terzo tratta del calorico e della luce: il quarto dei principali fenomeni e leggi della elettricità, dei fenomeni elettro-dinamici, del magnetismo, e finalmente dei fenomeni elettro-chimici. Questi quattro libri abbraeciano la così detta *fisica-teorica*, cioè le teoriche fisiche stabilite sulla base dei fatti, e sulle leggi più o meno generali, dalle quali dipendono i fatti stessi. Siegue a tutto ciò un' appendice, nella quale si espone quanto probabilmente può stabilirsi di teoretico sulla materia imponderabile. Il quinto libro comprende la meteorologia, e il sesto la fisica terrestre. Questi due ultimi libri compongono la così detta *fisica applicata*, la quale ha per oggetto la spiegazione de' fenomeni atmosferici, non che qualli prodotti ed osservati sulla superficie, e nell' interno del pianeta che abitiamo.

Questa partizione senza dubbio è la più conveniente, sia per la scelta delle materie fisiche e chimiche, sia pel metodo tutto analitico, col quale sono esse ordinate. Infatti conduce questa distribuziono dalla teorica alla pratica, e quindi nella teorica stessa comincia dal generale per poi discendere al particolare. Similmente nella pratica prima si occu-

pa dei fenomeni i più sensibili, e a distanze considerabili, come sono quelli prodotti nel seno dell' atmosfera; quindi considera i meno sensibili, e meno da noi remoti, quali sono i fenomeni alla superficie terrestre: termina poi colla esposizione dei fenomeni più reconditi, e non sensibili che mediatamente, come quelli che risiedono nelle viscere del nostro globo. Pare che la mente dello studioso in questo modo sia guidata, per via piana diretta ed omogenea, verso quella pienezza di cognizioni, che bastano, per quindi solo continuare il cammino, e darsi alle utili ricerche; senza che il tempo impiegato in questo corso ecceda quei limiti, che oggi pur troppo, attesa la moltiplicità delle cognizioni necessarie all' uomo di scienze, non debbono preterirsi da qualunque istituzione.

,, Si possono fare senza dubbio delle obbiezioni ,, (dice il ch. nostro antore pag. IX) contro la di- ,, stribuzione delle materie da noi adottate. Ma dov'è ,, ella mai quella sì perfetta cui nulla si possa ob- ,, biettare? Una distribuzione perfetta, e veramente *na-* ,, *turale* delle varie parti che costituiscono la scien- ,, za fisico-chimica, (come una distribuzione veramen- ,, te *naturale* dei corpi, che formano i così detti tre ,, regni della natura) è a mio giudizio un'*ideale*, cui ,, dobbiamo tentare di avvicinarci, anzichè sperare di ,, attingerlo. Ogni trattato ha più o meno bisogno de- ,, gli altri (e così talvolta le parti di uno stesso trat- ,, tato), e perciò sembrerebbe che a ciascuno di essi ,, si dovesse serbare l'ultimo luogo. Da ciò sembra ,, conseguire che il vero metodo d'imparare questa ,, scienza sarebbe lo studiarla due volte, essendo che ,, nella seconda volta ciascuna parte verrebbe per- ,, corsa dopolo studio di tutte, e perciò meglio ,, compresa e in se stessa e nelle sue relazioni colle ,, altre.

„ Siccome peraltro non può tal cosa da molti o sperarsi o pretendersi, sarebbe forse il miglior metodo dividere tutto il corso in due grandi parti. La prima potrebbe dirsi istorica; esporrebbe non pure i fenomeni generali ed i mezzi di osservazione comuni a tutte le scienze d'esperienza, come il barometro, la tromba pneumatica, il termometro, e l'igrometro, ma ancora e un saggio di nomenclatura chimica, e una breve notizia delle principali sostanze semplici e composte, i più importanti strumenti de' vari rami della fisica, e. g. il termoscopio, il prisma triangolare di vetro, la macchina elettrica, l'elettrometro, il condensatore, la pila del Volta, l'ago magnetico, il galvanometro ec., e le principali sperienze che con questi si eseguiscono. Alla seconda parte, che potrebbe chiamarsi filosofica, sarebbono serbati gli esperimenti, che non avessero trovato luogo nella prima, ma principalmente le leggi meno ovvie, le deduzioni teoriche, e l'applicazione delle dottrine fisiche ai fenomeni naturali.

„ Questo metodo, che potrebbe forse riescire da principio men gradito all' impaziente curiosità de' nostri giovani, mi sembra però il più ragionevole come quello che fa precedere alla parte teorica o filosofica la parte istorica, che è come diceva Bacone la base della naturale filosofia. Più considerazioni mi hanno per altro dissuaso dall' adottare pienamente in quest' opera il disegno ora indicato. „

Forse queste medesime considerazioni persuaderebbero chiunque altro a ritenere la distribuzione adottata dal nostro autore, anzi che abbracciare quella ora esposta, comechè da esso comendata. La ragione prima che ci condurrebbe a ciò fare si è che le teoriche necessarie a chi deve percorrere la carriera delle scienze, essendo moltissime, debbono acquistarsi con

economia di tempo ciascuna; circostanza forse non conciliabile colla distribuzione della scienza in due parti, la prima storica, l'altra filosofica; al meno questo ne pare in rapporto alle scienze tanto matematiche, che fisico-chimiche. La ragione seconda è che l'inconveniente dall' autore osservato, cioè che ogni trattato ha più o meno bisogno degli altri nella scienza istessa, non sarebbe ovviato per la distribuzione in proposito, e se non in tutto, almeno in parte dovrebbe incontrarsi. Siffatto inconveniente, che nelle istituzioni astronomiche più si verifica, nelle quali non può trattarsi argomento senza scorgere in esso la influenza di quasi tutti gli altri, che formano la scienza del cielo, può in quanto agli effetti sfuggirsi solo studiando le teoriche stesse due volte, come saviamente avverte il ch. autore; purchè nel secondo studio le dottrine abbiano tale sviluppo, da mostrare chiaramente la reciproca loro influenza. Conviene però confessare che mancano generalmente trattati scientifici a questo modo, e i dotti debbono coll' ingegno loro supplire a tale difetto; quindi è che lo studio dell' uomo consacrato alle scienze si divide in due: il primo, che può dirsi d'istruzione, si compie per lo più nelle università: il secondo, che può nominarsi di ricerche, si fa dovunque dalle persone già istruite, quando si sono determinate piuttosto ad uno che ad altro ramo di scienze, e si sono fornite dei mezzi opportuni, che il più delle volte i providi governi somministrano. Ora è chiaro che con questo secondo studio, e non altramente, debbono togliersi gli effetti dell' inconveniente già discorso.

Nelle istituzioni che stiamo volgendo, il dottissimo p. Pianciani si è occupato di proposito solamente della fisica particolare, contentandosi di pochi cenni sulla fisica generale; trattando cioè superficialmen-

te della statica, della dinamica, della idrostatica, e della idrodinamica, come di quelle parti della fisica generale, che divenute matematiche, s'insegnano nelle scuole di fisica-matematica, dove i giovani, che amano acqnistare siffatte notizie, esercitandosi, ponno conseguirle. Quello però che il medesimo ha detto di queste dottrine, può bastare per compiere lo studio della fisica-chimica, e per conseguire sufficiente nozione delle leggi naturali, come appresso vedremo. Per le medesime ragioni l'autore ha omesso ne' suoi due ultimi libri l'astronomia e la geografia; sebbene ambedue queste scienze sieno parte della fisica applicata; e si è limitato alla meteorologia ed alla fisica terrestre, come quelle che sole per natura loro possono formare le applicazioni della sua opera.

Deve, a nostro credere, stimarsi un perfezionamento del metodo, col quale già s'insegnava la fisica, avere dalle istituzioni di questa scienza eliminato tutto ciò che fa parte delle così dette matematiche miste, rimandando i giovani studiosi di queste ai corsi che ne trattano di proposito. A questo modo tanto la fisica generale che la particolare sarà insegnata ed appresa completamente e regolaramente, nè più il simultaneo insegnamento di questi due rami, cioè fisico matematico, e fisico, sarà cagione che le teoriche dell' uno e dell' altro sieno leggeramente trattate, come si verifica presso molti corsi di antica data. E tanto più qnesta separazione d'insegnamenti, seguita dal nostro fisico e da qualche altro contemporaneo, deve abbracciarsi al presente, quanto che la chimica, avendo tratto dalla fisica i principii fondamentali delle sue dottrine, ed essendo divenuta una sua emanazione, anzi meglio una sua continuazione, ha di necessità esteso i confini della medesima.

Si potrebbe però da taluno soggiungere, che il

soccorso delle matematiche induce sempre chiarezza e precisione nelle disamine filosofiche; perciò quanto utile deve riconoscersi la separazione delle matematiche miste, dai trattati di fisica, e la introduzione delle teoriche chimiche in questi; altrettanto utile anzi utilissimo devesi riconoscere il soccorso delle matematiche nella stessa fisica particolare: da che molte delle sue parti, come il calorico, la luce, la elettricità ec., permettono facilmente che la scienza esatta contribuisca nella sposizione di parecchi loro punti, spargendovi luce, ed imprimendovi i caratteri della evidenza. Questa riflessione non può essere che applaudita: anzi noi aggiungeremo che di lavori fisici fatti a questo modo ve ne ha dovizia nelle memorie delle principali accademie straniere, e nei giornali scientifici più accreditati; tutto sta in saperli scegliere, concordare, e moderare per la più facile intelligenza, e per introdurvi quella unità, che sarebbe necessaria alla produzione di un vero corso di fisica particolare matematica. Questo campo di ubertosa messe non è ancora mietuto, comechè parecchi abbiano ciò più o meno tentato: e quella mano che saprà perfettamente portarvi sopra la falce, produrrà cosa utilissima per la scienza, e per coloro già in essa formati. Però esternando questo voto dobbiamo contemporaneamente notare; non essere il medesimo in opposizione veruna coll' opera fisico-chimica del p. Pianciani. Poichè se in essa le applicazioni matematiche sono poche, ciò è per essere la medesima diretta per la pluralità degli studenti, nel primo loro ingresso agli studi naturali, dove anzi che pascere l'intelletto di astratte teoriche, spesso pregiudiciali se *intempestive* e *soverchie*; hanno i giovani bisogno invece di purgarsi dai pregiudizi della comune educazione in fatto di cose naturali, e correggere le false cognizioni ricevute per la fallacia de'sensi, dietro cui

Vedi che la ragione ha corte l'ale (1).

La introduzione colla quale il p. Pianciani dispone le menti de' suoi allievi allo studio di queste istituzioni, è cosa necessaria anzi che utile, a chiunque voglia imprendere un corso di fisica. Lo studio della natura, le leggi, le forze, e le cause naturali, formano il soggetto del primo dei tre articoli ne' quali è divisa la introduzione stessa. Da questo cominciando noi singolarmente li percorreremo, riportando di ognuno le principali cose nel modo più acconcio a tesserne un discorso, e riflettendo sulle medesime per quanto lo permetterà la brevità cui dobbiamo servire. L'uomo non si limita come gli altri animali a godere della natura sensibile, ma per quella innata brama, più o meno in esso sviluppata, di attinger sempre nuove verità, unico cibo dello intelletto, fa continui sforzi per passare dagli effetti alle cause, dai fenomeni alle leggi. I mezzi che a ciò conducono sono i sensi. Ora gli organi sensori possono applicarsi agli oggetti in due modi. Il primo è di portar quelli su questi, anche aumentando la sfera della naturale attività loro, senza però alterare gli oggetti. Il secondo, che è l'inverso, consiste nella combinazione o preparazione artificiale degli oggetti, per modo che questi manifestino quei rapporti che negano ai sensi nel corso ordinario della natura. Il primo modo dicesi *osservare*, il secondo *sperimentare*: e dalle osservazioni e dagli esperimenti nasce lo *studio della natura*, e quindi la fisica propriamente detta, e la chimica si formano. Fra le osservazioni poi quelle sono le più efficaci, le quali sorprendono (per servir-

(1) Dante P. C. II v. 52.

mi delle parole dell' autore) la natura sul fatto, per cui questa è costretta, dirò così, a rivelare il proprio segreto. Fra le sperienze le più utili sono certamente quelle, in cui i fenomeni si riproducono costantemente ed ugualmente, come se fossero dalla natura stessa prodotti; da che allora le cause artificiali, produttrici de' fenomeni stessi, possono assai probabilmente colle naturali confondersi. Quindi è manifesto che alle osservazioni debbono sempre cedere le sperienze, nè queste debbono a quelle premettersi.

Osservando i fenomeni, sperimentando sulla materia posta nelle medesime circostanze, e calcolando sull' analogia ben fondata, si giunge a scoprire quella costante uniformità nella produzione degli effetti, che ha nome di *legge*. Dal paragone di queste leggi, e dai rapporti che fra esse risultano, si giunge alla cognizione di leggi più generali; e così si procede verso quella unità di principii, che ci annunzia l'unica prima loro cagione, l'artefice sapientissimo dell' universo. Le leggi tutte colle quali si producono i fenomeni naturali si riuniscono a quelle del moto, che è il fenomeno universale: ,, ora (dice il nostro autore) il mo-
,, to onde ha origine se non da una volontà? Che so-
,, no dunque i fenomeni e le leggi se non effetti di
,, una determinazione della divina volontà? Che cosa
,, è ella una cagione di effetti regolari e costanti,
,, se non è una virtù intelligente, che ha in se il
,, suo principio di azione? ,, Questa verità non deve al tempo stesso cagionare, come nei tempi andati, la falsa credenza della pluralità dei reggitori del mondo; nè obbligare il fisico a ripeterla in ogni incontro, abusandone, dirò così, a danno della scienza, e a discolpa della propria ignoranza. Qualunque fenomeno ha le sue cause fisiche, cioè secondarie, e queste sono da ricercarsi e fisicamente determinarsi, senza di-

menticare però che sono esse stesse l'effetto della sapienza infinita, e del suo divino volere. Così il sistema planetario nel quale noi ci aggiriamo, spettacolo quanto maraviglioso, altrettanto ingannevole, è certamente l'effetto del divino volere, e questa è la sua causa primaria; ma è anche l'effetto delle tre leggi scoperte da Keplero, o più semplicemente l'effetto della universale attrazione, agente come a tutti è noto, dopo le scoperte del filosofo britanno. E le tre leggi, e questa forza, sono le cause fisiche più o meno secondarie de' fenomeni celesti, dalle quali gli uomini hanno tratto innumerevoli vantaggi.

Qualunque forza non è altro che la cagione imprimente o tendente a imprimer moto. Ciò è quanto può dirsi sulla forza in generale, di cui non abbiamo idea distinta, ma che possiamo conoscerla solo dagli effetti. Perciò quando questi sono noti o misurati, diciamo nota e misurata la forza che gli ha prodotti. Amplificando questo concetto meccanico, diremo col nostro autore che ciò che può essere od è cagione di un effetto, o pure occasione o condizione necessaria, dicesi aver la forza per produrlo; ed osserveremo che da siffatta espressione, usitatissima in fisica, traluce il convincimento comune del principio filosofico, che il moto è l'universale fenomeno della natura; principio che sarà tanto più dimostrato quanto maggiori saranno i progressi della scienza. Quindi è che sarà spiegato interamente un fenomeno, se la forza da cui si crede prodotto, e la sua legge, sieno tali che l'effetto corrisponda in ogni parte alla causa. Dichiarato lo studio della natura, le leggi, le forze, e le cause naturali, l'autore termina questo primo articolo con osservare l'abuso che si fa del vocabolo *natura*, spesso non dichiarato abbastanza, perchè non confonda, chi meno il dovrebbe, l'opera coll'

artefice, la creatura col creatore, il mondo con Dio.

Il secondo articolo di questa introduzione ha per oggetto le regole da seguirsi negli studi fisici; ed è una riunione de' principali precetti necessari a ben disporre, non che a dirigere le menti nello studio della fisica. In primo luogo si riproducono le quattro regole date da Newton a questo fine; la prima delle quali è che le cause d'ammettersi esser debbono poche, sufficienti, e vere: la seconda insegna che la eguaglianza degli effetti trae quella delle cause: la terza dà il criterio per decidere delle proprietà, che debbono riguardarsi comuni a tutt'i corpi: la quarta finalmente stabilisce la validità degli argomenti d'induzione, anche supposta la opposizione di una o più ipotesi. Dopo avere l'autore dichiarato con opportune riflessioni queste regole, continua sullo stesso argomento con un' aggiunta di quindici canoni, tratti dalle opere del nostro immortal Galileo, che a leggerli e rileggerli sono cosa dilettevolissima e utilissima; nè mai abbastanza potrebbe lodarsi la intelligenza e il buon senso di chi seppe così bene farne tesoro per la gioventù, unitamente a molte sue illustrazioni ed avvertimenti sull' oggetto medesimo. Delle quali cose daremo un breve cenno, distribuendo la materia in due parti, la prima delle quali comprenderà quei principii che debbono precedere, la seconda quelli che debbono seguire le osservazioni e gl' esperimenti, ovvero *gli studi fisici*. E primieramente deve ognuno persuadersi che i libri degli uomini dispongono e preparano a divenir filosofo, ma per esserlo veramente il libro della natura è da leggere. Che a bene osservare e sperimentare fa duopo esser disposto a far servire i sistemi, le ipotesi, e la immaginazione alla natura, non questa a quelle. Deve anche avvertirsi che i fe-

nomeni semplici sono spesso cause di scoperte più interessanti; che le antiche opinioni debbono rispettarsi, ma rigorosamente esaminarsi prima di essere abbracciate; che giova talvolta supporre tutto un fatto, stabilire una teorica, produrre una ipotesi, investigandone poi le conseguenze, purchè qualche ragione di esperienza ci abbia indotti a ciò. E per verità molti vantaggi hanno tratto le scienze da questo modo analitico di filosofare. Più volte a questo proposito abbiamo inteso ripetere dal dottissimo prof. Morichini, che le ipotesi e le teoriche, abbracciate con prudenza e ritenute senza ostinazione, sono la guida del filosofo nelle sue ricerche. Finalmente deve notarsi che spesso le leggi conosciute di un fenomeno servono a scoprire quelle di un altro, quando abbia questo rapporto col primo; e che per gli studi fisici fa duopo ingegno, sana critica, accuratezza, pazienza, buoni sensi, esercizio, e perfetti stromenti.

Compiute le osservazioni o le sperienze, interpetrar dobbiamo i risultamenti ottenuti, astenendoci dalla presunzione d'intender tutto, e dalla temerità di giudicar vano o mal disposto ciò che non possiamo comprendere, ricordandoci che la sapienza infinita *cuncta fecit bona in tempore suo*. (1) E così deve rinunciarsi al parere proprio, se le osservazioni e sperienze altrui lo esigono. Spesso l'argomentazione negativa conviene per interpretrare i risultamenti, escludendo cioè tutto quanto non può averli prodotti. L'argomento d'induzione è il principal mezzo per giungere dagli sperimenti alle verità naturali. Le cause finali non debbono perdersi di vista nella investigazione de' risultamenti, senza obliare pe-

(1) Ecclesiast. cap. 3 v. 11.

rà che Iddio *mundum tradidit disputationi eorum, ut non invenit homo opus quod operatus est Deus ab initio usque ad finem.* (1) Il calcolo e la geometria sono indispensabili mezzi del fisico: essi dirigono l'ingegno nella cognizione delle cause e delle leggi concorrenti alla produzione de' fatti osservati. La costanza e uniformità de' fenomeni porge argomento a concludere la identità degli agenti. E poi cosa utilissima ripetere le sperienze e le osservazioni, variarle affidandone al calcolo le conseguenze, confermare l'analisi colla sintesi e viceversa, non fidarsi soverchiamente delle sperienze proprie, preferire a pari circostanze i risultamenti positivi ai negativi, e finalmente, nascendo dalla ripetizione della stessa sperienza, risultamenti sempre diversi nella quantità, adottare quello medio aritmetico fra tutti, come il più probabilmente vicino al vero.

Il terzo articolo tratta dalla natura e proprietà essenziali de' corpi, e serve a mostrare da qual parte ed in qual modo la metafisica entra in rapporto colla fisica, senza impegnarsi nelle questioni astratte già famose nelle scuole, perchè al dire dell' autore „ il fisico si contenta studiare le sostanze corporee „ quali Iddio le fa conoscere a noi col mezzo degli „ organi, non filosofa se non appoggiato alla espe„ rienza; e come non si crede obbligato a dimostra„ re la esistenza de' corpi, così pretermette ogni ri„ cerca trascendente sulle essenze delle cose non sog„ gette ai sensi. „ Osserva quindi l'autore che gli uomini chiamano corpo o materia, tanto una estensione resistente, quanto una resistenza diffusa in una porzione di spazio; e che niuno chiamerebbe corpo

(1) Idem.

una resistenza senza estensione, o viceversa. Da ciò conclude che la proprietà essenziale della materia è la resistenza unita alla estensione. Il luogo dove la materia, o i corpi stanno e si muovono, dicesi spazio, il quale in se considerato, appare penetrabile, indefinito, illimitato, senza parti, senza divisioni, senza pori, ed essenzialmente immoto. Perciò lo spazio non è da confondere coi corpi che invece posseggono tutte queste proprietà. Infatti dovendo i corpi occupare una parte dello spazio dovranno essere estesi e limitati, e quindi figurati; e potendo essi occuparne una qualunque, attesa la omogeneità dello spazio medesimo, potranno eziandio esser mossi, e mutar luogo. Dalla estensione poi della materia discende la divisibilità della medesima, facendo astrazione, come già dicemmo, delle questioni per tanto tempo e con tanto ardore agitate su tal proposito, ed ora consegnate ai metafisici. Inoltre i sensi ne dimostrano in ogni luogo e tempo la porosità, e la impenetrabilità della materia. Finalmente non può un corpo da per se cangiare o modificare lo stato, sia di moto sia di quiete, nel quale si trova, come la più antica e continuamente ripetuta sperienza ne convince. Perciò dobbiamo riguardare la materia come indifferente al moto, ed a tutte le sue circostanze, non che alla quiete; e ritenere che necessita il concorso di una causa estranea onde un corpo modifichi o cangi l'attuale suo stato.

Questa indifferenza o privazione di spontaneità della materia si dice *inerzia* della medesima, e non è altro che una proprietà negativa de' corpi. E siccome la privazione assoluta non è quantità, onde non può nè crescere nè diminuire, così noi diremo che la inerzia non solo deve considerarsi appartenere a tutti i corpi, ma eziandio competere a tutti egualmente, qua-

lunque sia la massa de' medesimi. Che se i corpi degli animali viventi paiono a questa legge sottratti, osserveremo coll' autore che „ la materia inerte in ogni „ altro caso, c'impone essa stessa di ricorrere in que„ sto a qualche cosa che non è materia. „ Dunque i corpi sono impenetrabili, definiti, figurati, divisibili, mobili, porosi, ed inerti.

La qualità essenziale della materia è dunque, secondo il nostro fisico, la estensione congiunta alla resistenza, piuttosto che alla impenetrabilità; pensando egli che un corpo non cesserebbe di esser tale, se dopo resistito, lasciasse penetrarsi per una forza di particolar natura; giacchè non per questo cesserebbe di essere resistente ed esteso. Inoltre non pare all'autore stesso, che possa provarsi nei corpi una impenetrabilità metafisica. Non ponno mancare seguaci a questa opinione. Tali sono le viste generali che il ch. p. Pianciani dottamente pone sott' occhio a'suoi alcuni, prima di condurli nello studio delle singole teoriche fisiche delle quali daremo contezza in appresso.

P. V.

## Articolo II.

Le proprietà principali de' corpi pesanti formano, come già è detto, l'argomento del primo libro di queste istituzioni, del quale ora parleremo, con animo di mostrarne l' ordine colle dottrine più rimarchevoli, e di unirvi qualche breve riflessione, che la materia percorsa farà venirci alla mente. La divisibilità, mobilità, e figura, sono principali proprietà de' corpi, delle quali la più comune sperienza ci ammaestra. E rapporto alla figura è da notare che avvi de' corpi li quali diconsi *amorfi*, perchè di forma irregolare ed indeterminata: ed avvene di quelli detti fluidi, che ricevono la figura dal recipiente in cui sono racchiusi. Rispetto alla divisione della materia deve riflettersi, che l'attuale esistenza di questa proprietà è solo provata dagli esperimenti; giacchè dalla estensione, altra proprietà di ogni corpo, non potria dedursi fuorchè la possibilità della divisione stessa. Dopo ciò riferisce l'autore diverse maniere di esperien-

ze, per le quali si vede che i limiti assoluti di questa proprietà sono, almeno pel fisico, inassegnabili ed incerti. *La divisibilitè infinie de la matérie* (dice Berzelius) *a été l'objet des discussions modernes trés-savantes et ingénieuses, sans que jamais rien ait pu être décidé á cet égard par la voie de l'esperience* ... La impenetrabilità è come la mobilità, una proprietà generale de' corpi, provata da esperienze convincentissime, istituite sulla materia in qualunque de' suoi tre stati. Parecchie ne riferisce l'autore, il quale non tralascia di osservare che se in alcune combinazioni e mescolanze si ottiene aumento o decremento di densità, ciò non avviene per compenetrazione, ma bensì per aumento o decremento delle distanze fra le particelle materiali. Così nel tramischiamento di acqua con acquarzente (a), di acqua con altr'acqua, in cui sia sciolto del sale, vi ha diminuzione di volume : ma in questi casi si è osservato che dell' aria abbandona l'acqua. I seguaci del sistema dinamico assolutamente credono, che nella combinazione chimica si penetrino mutuamente gli elementi delle sostanze concorrenti a combinarsi, e così abbia luogo la neutralizzazione, quel risultamento il più frequente di questa chimica operazione. Ma i fenomeni delle proporzioni definite, e tutti gli altri fatti moderni della chimica, sono contrari a questa opinione.

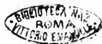
Passando l'autore alla *porosità*, da questa si fa strada per dare una giusta ed esatta idea della densità, riferendo moltissime osservazioni e sperimenti, tutti valevoli a scaltrire i principianti sulla porosità

---

(a) Questa voce, quasi dimenticata nella nostra lingua, è giustamente raccomandata dall' autore invece di *alcool*, che certo non è vocabolo italiano.

della materia. Nè omette osservare che i pori, sebbene minutissimi, possono tuttavia col loro numero rendere un corpo meno denso di un altro, che abbia pori assai grandi e visibili. Perciò è che vediamo certi legni più densi dell' acqua, la quale certo non addimostra pori di sorta.

Nel trattare della gravità, di quella forza cioè che pe' suoi rapporti abbraccia l'universo, l'autore si ferma sulla natura di essa, e sulla qualità de' suoi effetti, senza entrare nella misura esatta dei medesimi, da che ciò esigendo l'uso delle matematiche, avrebbe travalicato i limiti di queste istituzioni. Quindi con esperimenti facili e convincenti dimostra il nostro fisico essere la gravità, 1.° comune ad ogni elemento della materia, 2.° a brievi distanze una forza acceleratrice costante, 3.° eguale in tutti i corpi benchè per natura diversi. Della prima proprietà può essere anche una prova, il cadere di ogni benchè minima particella corporea per la verticale, tosto che non sia più sostenuta. La seconda proprietà meglio di tutto si dimostra dall'isocronismo, che si osserva nelle oscillazioni di un pendolo per archi circolari minimi. La terza finalmente può essere anche provata osservando che, sospese a fili di lunghezza eguale varie palle di peso e diametro eguale, con entro pesi eguali di corpi per natura diversi, e fatte oscillare per archi minimi, il tempo di una qualunque oscillazione si trova lo stesso per tutte. Un effetto della gravità, è il peso de' corpi, e un effetto del diverso peso de'medesimi, è la diversa loro porosità ,, Se i corpi fos-
,, sero tutti continui ( dice l'autore ) e pieni affatto
,, di materia pesante, tutti a egual volume avrebbe-
,, ro egual peso : l'averlo assai diseguale conferma
,, che sono porosi. ,, Ed osserva che questa conseguenza appartiene a tutti i corpi, dal più pesante in fuo-



ri, pel quale non abbiamo come formar comparazione. Così l'autore si fa strada per dire della gravità specifica, e del modo per misurarla. Quindi molto acconciamente riflette che paragonando i corpi tutti col più denso di essi, cioè col platino, al massimo di densità; siccome la gravità specifica di questo è circa 23 (fatta = 1 quella dell'acqua distillata) ne discende che quelle sostanze, la cui gravità specifica è minore di 11, 5, ammetteranno nel volume loro più vacuo che pieno. Ciò potrebbe avverarsi nel platino stesso, quante volte si avesse come paragonarlo a un corpo di lui più denso.

I principj di statica e dinamica, che sieguono immediatamente al capitolo della gravità, sono bastevoli allo scopo di queste istituzioni. In essi trovansi chiare quelle idee di meccanica, che sono il fondamento della scienza dell'equilibrio e del moto. La composizione e decomposizione delle forze concorrenti ad angolo in un punto, trovasi esposta con quella stessa semplicità e chiarezza, che già piacque a quel genio brittanno che ne fu l'inventore. E siccome l'aver provato che il punto sul quale concorrono le due forze ad angolo, deve alla fine del tempo trovarsi dall'uno nell'altro estremo della diagonale del noto parallelogrammo, non è aver dimostrato che abbia dovuto percorrere tutta la diagonale; così l'autore a provar ciò riflette giustamente, che le forze essendo istantanee, quel punto per la inerzia dovrà descrivere una retta, la quale avendo due punti sulla diagonale sarà la diagonale medesima. Anche le idee sulla comunicazione del moto, sono in questo capo molto esatte. Nè qui si ritiene, come fanno molti, che il moto si comunichi fra i corpi versandosi dall'uno nell'altro, quasi fosse una sostanza, o come se le modificazioni della materia travasar si potessero alla foggia de' fluidi; ma dalla im-

penetrabilità dei corpi si fa dipendere siffatta comunicazione, e da questa la resistenza dei mezzi, di cui facilmente poi si determina la legge.

Questi principj dinamici finiscono con una elementare, ma distinta sposizione del moto uniformemente acccelerato e ritardato de'gravi, sia verticale, sia obbliquo, e del moto parabolico de' medesimi projetti.

Veduti i caratteri che accompagnano costantemente la materia in qualunque suo stato, passa l'autore a trattare molto acconciamente le cause dalle quali dipendono i diversi stati, che nella medesima s'incontrano, e le diverse proprietà che ad essa, specialmente nello stato solido, appartengono. Perciò nel VI e VII capitolo di questo primo suo libro si espone l'attrazione moleculare, e le proprietà de' corpi solidi che da questa dipendono. Sebbene possano i corpi, da qualche particolar caso in fuori, passare pei tre diversi stati della materia, senza punto alterare la loro natura, pure godono in ciascheduno di questi proprietà ben diverse. Lo stato solido della materia è costituito da una forza che si è detta di affinità omogenea, di aggregazione, ed anche attrazione moleculare; la quale più o meno resiste ad ogni moto tendente a produrre la separazione del solido. A questa forza se ne oppone un' altra disgregante e repulsiva, che al calorico de' corpi si attribuisce. Dal rapporto di queste forze nascono i tre stati della materia, e forse anche le diverse modificazioni della medesima in ognuno di questi stati. L'attrazione moleculare sembra distinta dall' attrazione universale, perchè gli effetti della prima non variano colla massa, sibbene quelli della seconda; ed inoltre perchè i primi sono quasi nulli fuori del contatto o quasi contatto, mentre i secondi sono e persistono a grandissime distanze. Però non mancano plausibili ragionamenti, sostenuti dal

calcolo, coi quali si è creduto dimostrare possibile, che l'attrazione moleculare sia l'effetto dell' attrazione universale; lo che all' occhio del fisico, il quale sa con quanta economia di principj è governato l'universo, deve assai probabil cosa parere. Finchè la forza attrattiva supera quella disgregante nella materia, lo stato di essa è solido. Quindi nasce ne' corpi l'adesione, quindi ne' medesimi la durezza e la mollezza, la tenacità e la frangibilità, la duttilità e la flessibilità, la malleabilità e la elasticità. Queste modificazioni dello stato solido de' corpi sono con molta sagacità definite, e con diverse maniere di esperienze dimostrate, nelle istituzioni che abbiam per le mani. Se le nominate due forze si fanno equilibrio, o sono al medesimo prossime, lo stato della materia è detto liquido. Quindi le molecule in tale stato dovranno cedere tosto ad ogni minimo impulso, tranne quella minima resistenza procedente dalla viscosità, che più o meno ad ogni liquido appartiene. Perciò il vero carattere dei liquidi consiste nell'essere le particelle loro elementari sciolte e sconnesse; dal qual carattere, in astratto riconosciuto, si perviene senza più alla equazione di equilibrio de' medesimi. Per questo carattere avviene che i liquidi equilibrandosi cedono prontamente alla gravità, e dispongono la superficie loro in uno strato concentrico a quella terrestre. Finalmente se la forza disgregante del calorico, che si suppone contornare le molecule materiali, supera quella di attrazione fra le medesime, la materia prenderà lo stato che dicesi fluido elastico o gasoso. Quindi è che i gas debbono considerarsi formati di atomi solidi, che si respingono e si allontanano scambievolmente il più possibile, e si disperdono in tutte le direzioni, finchè non incontrano qualche ostacolo all' esercizio libero di questa loro tendenza, la

quale in tal caso si esercita sotto l'aspetto di pressione.

Dopo aver parlato dei diversi stati di aggregazioni, e delle diverse modificazioni di essa, ed aver accennato come tutto ciò dall' attrazione moleculare dipenda, combinata colla forza repulsiva del calorico, ragion di analisi esigeva che si dicesse delle diverse forme che la materia offre allo sguardo del chimico e del naturalisita, e si accennasse l'influenza di questa moleculare attrazione sulle medesime. Perciò il nostro autore consacra il capo VIII alla figura de'solidi, ed in particolare alla cristallizzazione. Laonde dopo aver diviso la materia in organizzata, e non organizzata, ovvero *bruta*; dopo aver indicato come gl'incrementi della prima succedano per *intus-susceptionem*, e della seconda per *juxta-positionem*; dopo aver suddiviso la materia organizzata in animale e vegetante; osserva che sebbene queste sostanze tutte abbian vita da altre loro simili, le animali si nutrono con ben altro mezzo che le vegetanti non fanno, le quali dalla terra, stomaco comune delle piante, suggono l'alimento loro. E già disse un sommo fisiologo essere il tubo digestivo, del quale sono gli animali tutti provvisti dal polipo fino all' uomo, il carattere più deciso, che il regno animale dal vegetabile distingue. Finalmente dopo aver suddiviso la materia inorganica, rispetto alla forma, in amorfa e regolare, si trattiene su questa, facendosi a dire dei cristalli. Questi, pochissimi eccettuati, tutti hanno le estremità corrispondenti similmente conformate. Da ciò il P. Pianciani trae argomento per fissare un carattere distintivo fra i tre regni della natura: ,, Se un cristallo (egli dice) di- ,, videsi in due secondo qualunque delle tre dimen- ,, sioni dello spazio, le due metà sono quasi sem- ,, pre identiche o assai simili, e non mai contrastanti.

„ Ma non come ne' corpi regolari non organizzati così
„ avviene negli esseri organizzati. Se tagliasi un ve-
„ getabile, e. g. un albero o un frutto, successiva-
„ mente secondo due direzioni l'una all' altra norma-
„ le, e amendue verticali, le due metà pe' due ca-
„ si saranno simili: ma se partesi in due orizzontal-
„ mente, le due metà saranno diversissime ed anche
„ opposte. Se poi immaginiamo succesivamente secon-
„ do le tre dimensioni dello spazio diviso in due un
„ animale, e. g. un uomo, il piano di divisione che
„ separa la parte destra dalla sinistra, darà sì due
„ metà assai simili, almeno all' esterno; ma la par-
„ te superiore, sarà al tutto contrastante coll' inferio-
„ re, e così l'anteriore ov'è il volto ed il petto con
„ la posteriore, ove sono la nuca e le spalle. „ Lo che, tranne qualche anomalo caso, è certo un carattere distintivo de' tre regni naturali. L'altra distinzione pur da osservarsi fra il regno organizzato e il minerale si è, che nel primo gl'individui di una specie hanno tutti la stessa forma, e solo differenziano per grandezza, colore, od altro di poco ammontare; mentre sul regno minerale gl'individui della stessa specie, cioè eguali per natura, durezza, tenacità, e gravità specifica, si trovano diversi per la forma.

I solidi non organizzati e di forma naturalmente regolari diconsi *cristalli*; e questi possono formarsi per soluzione, per fusione, e per sublimazione, tanto artificialmente, quanto naturalmente. Nelle soluzioni i cristalli si formano per evaporazione, per raffreddamento, e anche per enorme pressione; e se formansi nell' acqua, se ne appropriano una parte che dicesi *acqua di cristallizzazione*; a differenza di quella che penetra negl' interstizi de' cristalli, specialmente di qualche grossezza, che dicesi *acqua madre*. La regolarità e grandezza della cristallizzazione, operata per

soluzione, dipende dalla quiete del liquore, dallo svaporamento suo non molto rapido, dal calore ed umidità media dell' atmosfera, dalla profondità del vaso nel quale si opera, e dalla materia del medesimo. La forma poi della cristallizzazione dipende dalla natura del liquore, e dalle sostanze combinate colla materia del cristallo, donde nascono le interessantissime osservazioni di Mitscherlich.

Passando alla struttura di questi corpi geometrici, osserveremo coll'autore che mediante la *divisione meccanica* operata convenientemente sui cristalli, si giunge ad una specie di *nocciolo*, che è di egual forma in tutti i cristalli della medesima specie. In ogni cristallo si distingue la *forma primitiva*, che è quella del nocciolo, e la *forma secondaria* che mostra esternamente il cristallo, e che involve la prima. Queste forme nelle diverse specie alle volte si scambiano. Tutte le forme primitive finora cognite si riferiscono, secondo Hauy, ai cinque seguenti generi: tetraedro regolare, prisma esaedro regolare, dodecaedro con piani rombi eguali e simili, ottaedro, e parallelepipedo. Gli angoli dei cristalli si misurano col così detto gonimetro; strumento che per opera dei Carangeau, Wollaston, Adelmann, e Raspail ha subito varie modificazioni e perfezionamenti. I cristalli tutti ponno in tre sistemi classificarsi; il primo de' quali è il *tessulare* di Mohs, il secondo è il *rombo-piramidale*; il terzo è il *prismatico* dello stesso Mohs. La forma primitiva lascia sempre dividersi parallelamente alle sue facce, ed in alcuni casi anche diversamente; perciò si decompone o in tetraedri, o in prismi triangolari o in parallelepipedi. Questi solidi componenti le forme primitive diconsi *molecule integranti*, o *molecule di cristallizzazione*. Dalla unione delle molecule integranti nascono dei paral-

lelepipedi detti *molecule sottrattive*, che riguardansi a ragione come la unità concorrente alla formazione, e all' incremento del cristallo. Sovrapponendosi le molecule sottrattive le une sulle altre, si aumentano i cristalli; ma questi sovrapponimenti si fanno in generale per serie decrescenti, ed i decrescimenti sono o *laterali* o *angolari* o *intermedi*, secondochè la linea centrale, la linea cioè che passa pei centri delle facce esterne delle molecule sottrattive, è parallela al lato della forma primitiva, o alla sua diagonale, o è inclinata ad amendue. Si distinguono anche i decrescimenti in *lunghezza* ed in *larghezza*, i quali dipendono dalle dimensioni delle lamine sovrapposte per la formazione del cristallo. Il numero delle forme diverse, che potrebbono generarsi col mezzo di queste semplici leggi di decrescimenti, è prodigiosamente grande: ma d'assai minore è quello delle forme osservate finora, comecchè giungano esse a parecchie migliaja. Non è da confondere la struttura del cristallo col suo accrescimento, poichè l'attrazione moleculare non forma in varie epoche le diverse parti di un cristallo, cioè la sua molecula integrante, la sua forma primitiva, e la secondaria; ma ogni cristallo da principio è figurato colla medesima stampa di angoli e facce, che osservansi dopo il suo ingrandimento; nel quale avviene che le parti esterne divengono parti della forma primitiva pei nuovi strati sovrapposti, e così crescendo il cristallo cresce insiememente il suo nocciolo. Non ommette il nostro autore di parlare dei cristalli *emitropici*, e dei *trasporti*. La pirossena *triunitaria* porge un esempio de' primi: si trovano i secondi spesso fra gli spinelli, i diamanti, e nell' allume. Questi sono i principj della cristallizzazione che il ch. P. Pianciani diffusamente svolge e con molta dottrina, nei quali

la brevità dovè cedere alla importanza di una teorica, strettamente connessa coi principali argomenti fisico-chimici, e che mercè de' progressi della scienza, mostra evidentemente contro i fautori di un cieco caso, le impronte dell' eterno Geometra nel regno minerale.

Dopo ciò entra l'autore a dire de' corpi fluidi, e specialmente della figura, compressione, e forza elasstica de' medesimi. In quanto alla figura, essa dipende dall' attrazione scambievole delle molecule fluide, combinata colla gravità, e coll' attrazione che le superficie de' recipienti esercitano sulle molecule stesse. Ed a questo proposito reca in mezzo l'A. le sperienze di G. B. Venturi, e di altri. Così dimostra la compressione de' liquidi mediante le sperienze ingegniosissime di Canton, Oersted, Perkins, Calladon, e Sturm. L'acqua che contiene dell' aria è meno compressibile di quella che non la contiene: la qual cosa comecchè sia malagevole a spiegarsi, tuttavia prova che nella compressione dell' acqua, questa, e non l'aria in essa mescolata, si condensa. In ordine alla elasticità de' fluidi si osserva giustamente, che non da questa bene si prova la compressione, o condensazione loro; e che il rimbalzo dall' acqua delle piastrelle o anche delle palle da cannone, obbliquamente lanciate sulla sua superficie, non provano nè la compressione, nè la elasticità dell' acqua, potendosi questi fatti spiegare colla elasticità dell' aria, violentemente cacciata nel liquido, come ha dimostrato il prof. Bidone.

Nel fine dei principj dinamici di queste istituzioni si è riserbato un cenno sulla idrostatica e idrodinamica al capo X, nel quale ora siamo, e che molto bene allogato deve riconoscersi. Dachè è regolare, dopo esposte le principali osservazioni sui solidi, e dopo discussa la natura de' liquidi, farsi a dire dell' equilibrio e moto dei medesimi. Indicate pertanto le con-

dizioni necessarie all' equilibrio de' liquidi, detto delle pressioni che questi esercitano contro le pareti de'recipienti che li contengono, e parlato de' corpi fluttuanti, passa l'autore a trattare degli aerometri, e particolarmente di quelli di Fahrenheit, di Nicholson, e di Bellani. E per quello riguardi la idrodinamica osserva come sia parobolico il moto de' getti, che dalle luci praticate nelle pareti de' recipienti escono. Questi se sono verticali salgono all' altezza di livello del recipiente, se obbliqui descrivono una parabola il cui parametro è quadruplo dell' altezza istessa; astrazion fatta dalla resistenza che l'aria, ed altre cagioni oppongono alla vena zampillante.

I fluidi elastici si dividono in vapori e gas: i vapori si suddividono in elastici e vescicolari: i gas in permanenti e riducibili, come sarebbero quelli che per enormi pressioni riduconsi allo stato liquido. Tali sono le divisioni seguite in questo libro, dove parlasi della pressione de' fluidi elastici, e per conseguenza della legge di Mariotte. Le quali cose torna bene allogare dopo esposta la pressione dei liquidi, come in queste istituzioni si è praticato.

La forza elastica de'fluidi aeriformi dipende dalla loro compressione, perciò dopo questa è da parlarne; ed è ben' altra cosa da quella dei corpi solidi. L'autore con assai di precisione nota la differenza fra queste due elasticità, indicate per uso invalso collo stesso vocabolo. Quindi trova ragionevolmente a dire dello schioppo pneumetico, della macchina pneumatica, di quella di compressione, e di rarefazione, dell'equilibrio de' fluidi elastici, dal quale tanti effetti idrostatici dipendono, e del barometro. Nè si omette in questo capo la legge che sieguono i residui d'aria nella campana pneumatica, per l'azione degli stantuffi. Questi residui, essendo in serie geometrica decrescente,

provano non esser possibile il vuoto perfetto nella campana stessa. Parlandosi delle applicazioni del barometro, sono riportate le misure delle principali altezze di Roma e sue adiacenze, con tale istromento determinate, e riferite al Mediterraneo. A questo proposito non sappiamo mai abbastanza raccomandare per l'altimetria barometrica, l'uso del metodo suggerito (a) dal P. Michele Bertini, col quale questo dotto ha saputo tener conto nel miglior modo possibile, non solo della latitudine terrestre, ma e dello stato termometrico ed igrometrico dell'atmosfera: pel quale stato la livellazione barometrica non può stare ancora in bilancia colle misure trigonometriche.

Un mescuglio di liquidi diversi, non chimicamente affini fra loro, giunto all'eqilibrio, sarà diviso in istrati di diversa densità, disposti secondo la gravità loro specifica, e colle sezioni orizzontali; e persisterà in tale stato finchè l'equilibrio non sarà turbato da qualche potenza estrinseca. Una mischianza di fluidi elastici eterogenei giungerà nello stato di quiete sopra indicato, ma non si manterrà lungo tempo in esso, ad onta che persista l'equilibrio. I fluidi elastici, sebbene diversi per gravità specifica, si mesceranno, formando un fluido composto, avente per densità la media fra quelle de' componenti. Questa circostanza, parlando del mescolamento dei fluidi elastici, è notata dal nostro fisico, in prova della quale riferisce alcune sperienze di Priestley e Dalton, ragionevolmente ricusando la spiegazione da questo immaginata, per dichiarare non solo il citato fenomeno, ma e la proprietà dei fluidi stessi, di traversare per ogni senso i corpi solidi.

---

(a) Opuscoli scientifici di Bologna T. II: an. 1818 pag. 9.

Il moto de' corpi, la compressione ed elasticità de' medesimi, servon di base a poter dire del suono che è l'effetto delle anzidette maniere di movimenti, come rilevasi dal capo XIV, del quale ora trattasi; ove meglio che altri non fanno si mostra la propagazione del suono per le successive condensazioni e dilatazioni del mezzo che gli serve di veicolo. Così formasi un valevole appoggio a quanto dovrà esporsi sulla propagazione della luce, colle moderne dottrine. Le vibrazioni de' corpi, e le ondazioni del mezzo in che si fanno, producono il suono; il quale se viene da una corda che in un secondo faccia trenta o trentadue vibrazioni, dicesi il limite de' suoni gravi. I suoni, comechè diversi, tutti godono la stessa equabile velocità, che i moderni hanno fissata tra 1086 e 1152 piedi nella unità di tempo. Una elegante prova di questa comune velocità dei diversi suoni, la trasse Biot dal sentire bene distinta un' aria musicale nei tubi degli acquedotti di Parigi, ad una distanza di 951 metri. Poichè l'aria deve comprimersi e condensarsi pel trasporto del suono, e quindi sviluppar calore, perciò è, secondo Laplace, che la velocità del suono nell' aria si sperimenta maggiore, di quella determinata col calcolo. Si è osservato che fra i fluidi, la intensità del suono è in ragione della loro densità. Il suono si propaga pei liquidi più celermente che non fa pei fluidi elastici, come ha osservato il sig. Beudant, ed anche il sig. Colladon, facendo delle accurate ed ingegnose ricerche nel lago di Ginevra. Chladni poi ha veduto che alcuni solidi elasticissimi possono trasmettere il suono 16 o 17 volte più presto dell' aria. Le vibrazioni sonore si riflettono al modo della luce, e spesso tornano al punto sonoro donde partirono. Da ciò nasce l'eco, o la ripetizione de' suoni, e nascono eziandio gli echi di eco.

Tal è quello di villa Simonetta presso Milano, prodotto da due muri paralleli, che di notte ripetono la stessa parola 40 volte, nel qual tempo l'aria è più densa perchè più frigida. Il sig. Savart è quello che oggi con somma lode, e con vantaggio grandissimo della scienza, si occupa di questo ramo di fisica, che al certo per essere con chiarezza esposto in tutte le sue parti, e facilmente appreso, abbisogna del soccorso delle matematiche, le quali, come avverte il P. Pianciani, ne hanno preso il dominio.

Nè altramente avvenne della teorica dell'azion capillare, che forma l'oggetto dell'ultimo capo di questo libro. Infatti due de' più valenti geometri della Francia, Laplace e Poisson, hanno efficacemente contribuito coi loro lumi a formare delle azioni capillari un ramo di matematica applicata. Al primo di questi dotti fece eco il romano geometra Gioacchino Pessuti, che valendosi dell' algebra e geometria elementare, seppe senza più esporre quanto Laplace, con linguaggio sublime, aveva detto de' fenomeni capillari, ed aggiungere nuove osservazioni. L'opera del secondo non ancora si conosce in Roma, fuorchè per la relazione inserita negli annali di chimica e fisica; da cui rilevasi che i fenomeni capillari non solo dipendono dall' attrazione del quasi contatto, e dalla curvatura delle superficie de' fluidi, sulle quali circostanze sta fondata la teorica di Laplace; ma che i fenomeni stessi dipendono eziandio da un' altra fisica circostanza per essi essenziale, cioè dalla variazione rapida di densità, che prova il liquore presso la superficie libera, è presso la parete del tubo. Ma di ciò potremo avere maggior contezza, quando ne sarà giunta questa nuova teorica, la quale dicesi ricca di applicazioni. Quindi è che il nostro fisico spiega i fenomeni anzidetti coi principj stabiliti dall' autore della meccani-

ca celeste. L'azione di ogni liquido sopra se stesso per parte dell' attrazione omogenea, è tale che nello stato di equilibrio dipende dalla figura della sua superficie. Se questa è orizzontale, il liquido sarà premuto da fuori in dentro con forza maggiore di quello sarebbe, se la superficie fosse concava, e minore di quello sarebbe se fosse convessa. Ora immergendosi un tubo capillare di vetro nell' acqua, l'attrazione delle interne pareti del tubo conformerà la superficie del liquido compresa nello spazio capillare, in un menisco concavo, che non potendo equilibrarsi colla contrastante superficie piana, per maggioranza di azione in questa, dovrà sollevarsi sulla medesima tanto, che il peso della colonnetta liquida innalzata basti a ricondurre l'equilibrio fra le ineguali ed opposte azioni delle due superficie, una concava, l'altra piana. Sostituendo all' acqua il mercurio, la superficie compresa nello spazio capillare si conformerà, per l'attrazione moleculare omogenea, in un menisco convesso, che non potendosi equilibrare colla contrastante superficie piana di livello, per minoranza di azione in questa, dovrà deprimersi tanto, che per la diminuzione di peso della colonnetta liquida depressa, si ristabilisca l'equilibrio fra le ineguali ed opposte azioni delle due superficie, una convessa, l'altra piana. Ed infatti tanto nel caso dell' acqua, quanto in quello del mercurio, la sperienza conferma questa teorica. Molti sono i fenomeni dipendenti dall' azion capillare, fra i quali è rimarchevole quello dal sig. Dutrochet osservato, e da lui detto *Endesmosi*, che il nostro autore con molta chiarezza e precisione riferisce, così ponendo fine al primo libro di queste istituzioni.

P. V.

## ARTICOLO III

*Sulle istituzioni fisico chimiche del P. Pianciani, nel quale trovasi un breve sunto della memoria letta dal compilatore di esso articolo, all' accademia de' Lincei nel giorno* 11 *agosto* 1834.

Dopo aver parlato delle proprietà generali ed esterne dei corpi, ragion vuole che si esaminino quelle, che la natnra costituiscono dei medesimi, e che servono a distinguerli. Così procedendo riescirà completo l'esame delle sostanze, e non arrestato ne' suoi primi passi, come accade in quei corsi di fisica, ne' quali nulla si parla dell' intima costituzione de' corpi, nulla della relativa semplicità dei medesimi, nulla finalmente delle leggi con le quali le diverse molecole materiali si uniscono e si separano fra loro. A queste dottrine, che sono il fondamento della chimica, consacra il nostro autore il secondo libro delle sue istituzioni, nel quale, senza trascendere i limiti prescritti ad un corso di fisica bene ordinato, si contiene quanto serve a ben disporre allo studio della chimica; di quella scienza cioè che deve riguardarsi come il proseguimento delle teoriche fisiche, per determinare le proprietà particolari de' corpi. Noi percorrendo questo libro, ne rileveremo al solito l' ordine e le principali materie, non tralasciando di unirvi quelle riflessioni, che potranno confarsi a quanto troveremo esposto.

Dalla esistenza della sostanze composte siamo costretti a concludere quella delle sostanze semplici, quante volte non voglia credersi che il più piccolo corpo possa risultare dalla riunione, in un numero illimitato, di sostanze composte. Gli esseri organizzati ed animali, che crescono per mezzo della nutrizione, ossia per mezzo di una evidente trasformazione di materia, provano chiaramente che vi sono dei corpi composti. Altrettanto dimostrono le diverse fermentazioni, e que' molti fatti naturali, ne' quali ha luogo la sintesi e l' analisi della materia. Vedendo nascere sotto i nostri occhi delle nuove sostanze dalla scomposizione di altre, fa d'uopo concludere che in natura esistono dei corpi semplici o elementi, dai quali si produce, e nei quali si risolve, tutto ciò che di corporeo esiste nell' universo. Però la sola esperienza può guidarci nel ricercare questi elementi, alla quale se gli antichi filosofi si fossero appoggiati, certo non avrebbe fra essi prevalso la sentenza di Empedocle, che faceva consistere gli elementi del creato nell' acqua, terra, fuoco, ed aria.

Se l' esperienza ci guida nella ricerca degli elementi materiali, non può assicurarci però evidentemente della loro assoluta semplicità. Quei corpi che oggi diconsi comunemente sempli, si debbono riguardare come sostanze non potute ancora decomporre, per le quali però non si hanno solide prove di composizione. Queste si dividono in metalliche, e non metalliche, ed ascendono al numero di 52, oltre ai due metalli *torio* e *vanadio* recentemente scoperti, da Berzelius il primo, da Sefström il secondo; ed oltre gli altri che diconsi ritrovati nel platino in Siberia.

Finora mai non si è osservata la metamorfosi delle sostanze semplici fra loro: però questa non ripugna, e per essa può concepirsi assai semplicemente la for-

mazione delle varie sostanze. Suppongasi, dice il nostro autore con Boscovich, i veri elementi della materia essere omogenei. Per questa ipotesi una sola sostanza semplice, o elementare potrebbe comporre i corpi tutti. Infatti la diversa natura delle sostanze potrebbe derivare dalla diversa disposizione, e diverso numero di quei minimi di materia elementare, dai quali sarebbono tutte formate. Immaginiamo, dice Boscovich, delle lettere formate da punti l'uno all'altro vicinissimi, ed una libreria, i volumi della quale sieno scritti con questi caratteri. Le parole componenti queste opere saranno moltissime, ma più e più volte ripetute, e composte di lettere prese dalle sole ventiquattro: nelle quali parole, senza microscopio esaminate, non altro elemento si troverà fuorchè quello delle lettere: ma col microscopio riguardate, si troveranno decomponibili in que' punti omogenei, che mediante la diversa loro disposizione producono la diversità delle lettere medesime. Ora i libri sono i corpi specialmente i più composti, come quelli degli animali o delle piante; le parole sono le molecule organizzate o almeno composte che la chimica può disfare; le lettere sono le molecole che i chimici dicono semplici o elementari; i punti omogenei sono gli ultimi e veri elementi uguali fra loro di quella unica sostanza, dalla quale tutte le altre risultano. Non essendo questa ipotesi contrariata da veruna esperienza, potrà taluno ritenerla, non per altro che per la semplicità con la quale viene in essa dimostrata la produzione delle diverse sostanze, finchè nuovi fatti non obblighino' ad abbandonarla.

La chimica è una scienza che più di tutte abbisogna di una sistematica nomenclatura. Di questa verità persuasi Guyton Morveau, Berthollet, Fourcroy, e Lavoysier, si diedero insieme, e col consenso

di Bergman, a questo lavoro; e fu nel 1780 che apparve per la prima volta la nomenclatura chimica. Per convincersi dell' utile grandissimo che arreca mai sempre la nomenclatura sistematica, non che per provare la necessità della medesima, si osservi; 1.° che per essa non occorre sopraccaricarsi la memoria di una gran moltitudine di voci, per nominare le diverse sostanze: poichè la maggior parte dei nomi di esse derivano gli uni dagli altri con legge determinata, e dipendente dalla natura delle sostanze medesime: 2.° che la nomenclatura sistematica essa stessa è l'espressione della teorica, talchè fornisce questa il nome, e dal nome si torna alla teorica 3.° che regnando strettissimo rapporto fra la teorica e la nomenclatura, fa d' uopo che al progredir della prima cangi la seconda: la qual cosa invece di nuocere, come da taluni può credersi, facilita il progresso delle idee, e la propagazione delle nuove scoperte. Nelle scienze in cui le dottrine si moltiplicano e si perfezionano, come nella chimica, è vantaggioso, anzi necessario che siavi una nomenclatura qual' è la sistematica, capace di essere modellata sulla scienza istessa. Ed in generale in quelle scienze capaci di successivi perfezionamenti, nuoce moltissimo tutto ciò che rende stazionaria qualunque parte delle medesime.

Qui potrebbe aver luogo la discussione se convenga far precedere alle teoriche chimiche la loro nomenclatura, ovvero sia meglio che questa faccia seguito a quelle. Poichè una scienza più facilmente si apprende, quando il suo linguaggio è conosciuto, almeno nelle fondamentali sue parti, perciò siamo di parere che giovi meglio premettere, come fa il nostro autore, alle dottrine chimiche la loro nomenclatura, di quello sia ad esse posporla. Deve curarsi però che l'esposizione di questo linguaggio sia

fatta con un metodo generale, e con chiari e ben determinati principj. La nomenclatura adottata in queste istituzioni è quella già ricevuta in Francia, e da tutti i migliori chimici, che risente dei perfezionamenti subiti dalla scienza, fino all' epoca presente, e delle modificazioni adottate dal chiarissimo Berzelius.

Cominciando dai corpi semplici, com'è di ragione, a questi soli si dà il nome indipendente da qualunque legge, e si dividono in *metalloidi* ovvero non metallici, che tutti sono *elettronegativi*; ed in *metalli*, che sono parte *elettronegativi*, e parte *elettropositivi*. I nomi delle combinazioni binarie si formano coi nomi de' loro componenti, inflettendo cioè quello del principio loro negativo in *ido*, o in *uro* (questo nome determina il genere, e si prepone facendolo nominativo sostantivo), e quello dell'altro principio in *oso* od in *ico* se facciasi aggettivo; in genitivo poi se facciasi sostantivo. Quante volte il principio negativo sia l'ossigene, si adopera la terminazione in *ido*, altrimenti quella in *uro*. Berzelius però termina in *ido* il nome del principio negativo, se l'altro principio che fa da positivo appartiene ai metalloidi, od ai metalli negativi. In quanto poi all'uscita del principio che fa da positivo, quella in *oso* si adopera per un primo grado di combinazione, e quella in *ico* per un grado più elevato. I gradi inferiori, intermedi, e superiori si distinguono premettendo all' aggettivo le voci *ipo* o *iper*.

Dopo la esposizione di queste regole, passa l'autore a definire gli *acidi* e le *basi*, distinguendo i primi in *assiacidi*, e *idracidi*; quindi parla delle *leghe*, delle sostanze *indifferenti*, e di quelle che sogliono indicarsi con voce non tecnica. Giunto ai composti ternari, avverte come l'ossigene, il carbonio, e l'idrogene, in diverse proporzioni combinati, formano delle

sostanze ternarie quasi sempre vegetabili, e col nitrogene delle quaternarie per lo più animali. Venendo ai sali, che distingue in *soprasali*, *sottosali*, e *sali neutri*, si fa strada a dire degl' *idrati*, degli acidi *acquosi*, *allungati*, e *anidri*. I sali, secondo il chimico di Stockholm, si dividono in *amfidi* ed in *aloidi*. Gli amfidi sono composti di una base combinata con un *acido*, un *salfido*, un *selnido*, o un *telleurido*. Questi sali, secondo i corpi *amfigeni* che contengono, si nominano eziandio *ossisali*, *solfosali*, *seleniosali*, *telluriosali*. I sali *aloidi* sono composti di un corpo *alogeno* combinato con un metallo positivo. Termina l' autore l'articolo sulla nomenclatura, osservando con Berzelius, che quanto più numerosi divengono gli elementi di una combinazione, tanto più riesce difficile applicare ad essa la nomenclatura sistematica.

Entrando poi a parlare dell' affinità, riflette il medesimo innanzi tratto che di questa forza, sulla quale tutta sta fondata la scienza chimica, non può dirsene bastevolmente, senz' aver mandato innanzi alcune parti della fisica non ancora da esso esposte. Si limita perciò egli in questo luogo a dire dell' affinità tanto che basti a formarne una giusta idea, riserbandosi di porre in maggior chiaro altrove quello che ora sommariamente espone.

L' affinità è una forza per cui le molecule di natura diverse si attraggono, e tendono a congiungersi per formare un tutto omogeneo ( effetto che dicesi *combinarsi* ), e di proprietà in tutto, o in parte diverse da quelle dei componenti. L' affinità chimica non può considerarsi essere una medesima cosa coll' attrazione universale, come per avventura molti hanno opinato, abbagliati dall' apparenza di maggior semplicità. E primieramente l'affinità mai o quasi mai non si osserva eguale nei corpi diversi: per lo contrario

l'attrazione universale attrae ogni corpo egualmente. Inoltre l'affinità non può stendersi ad un tempo sopra molte sostanze, giacchè un elemento per unirsi ad un altro convien che lasci quello col quale prima era combinato. Ma non così nell' attrazione universale, poichè un pianeta non è meno attratto dal sole quando altri avvicinandosi ad esso sono da lui attratti con maggior energia: nè sappiamo che il sole attrarrebbe maggiormente la terra se non attraesse nel tempo stesso Urano, Saturno, Giove, eccetera. Di più l'affinità chimica varia sommamente nelle diverse sostanze, secondo la temperatura, e secondo lo stato elettrico delle medesime; l'attrazione universale però non dipende affatto da queste circostanze, e la terra non attrae più nell' estate che nell' inverno, nè i corpi caldi cadono più velocemente dei freddi. L' attrazione in fine non dipende che dalla massa e dalla distanza, mentre l'affinità dipende ed è ora favorita ed ora contrariata da più altre circostanze.

A voler di passaggio toccare le cause tutte, per le quali può l' affinità chimica diminuire od aumentare, diremo, 1.° che questa forza dipende dalla natura dei corpi fra i quali si esercita; 2.° dalla influenza della luce per l'azione dei raggi chimici scoperti da Wollaston nello spettro solare, dalla quale influenza nascono singolarissime reazioni in quei prodotti che sono ad essa sottoposti; 3.° dall' azione del calorico, per cui modificandosi lo stato dei corpi, spesso entrano in giuoco certe affinità, che riposerebbero a diversa temperatura; 4.° dalla elettricità, la quale talmente influisce nelle affinità chimiche, che oggi si ritiene come la causa delle medesime; 5.° dalla massa che certamente modifica l' azione dell' affinità, ora ingrandendola e ora diminuendola; ma non in modo da ledere il principio inconcusso delle proporzioni definite. Per-

ciò l'influenza della massa nelle affinità chimiche deve riguardarsi a questo principio soggetta, e non in quel senso così esteso, nel quale dal primo suo scopritore Berthollet fu annunziata. 6.° Dipende la forza medesima dalla coesione, per cui tante volte avviene che l'affinità sia da quella contrariata, e tante altre favorita. Ciò si riconosce facilmente nelle combinazioni liquide di sostanze gasose, e nelle combinazioni solide di sostanze liquide. 7.° Dipende ancora dalla pluralità de' corpi mescolati fra loro, per agire gli uni sugli altri, per cui accadono delle singolari reazioni, che modificano gli effetti dell' affinità chimica nella quantità e qualità; 8.° dal peso specifico delle sostanze che si combinano; infatti quando due corpi hanno peso specifico differente, tendono a separarsi: se dunque l'affinità loro è molto debole, non potranno combinarsi; 9.° dalla pressione, la quale anch' essa modifica l'affinità dei corpi; il fosforo p. e. non brucia nell' ossigene alla temperatura ordinaria, se questo gas non è rarefatto, cioè se non è diminuita la pressione alla quale è sottoposto. Hall, preso del carbonato di calce, lo mise in un crogiuolo ermeticamente turato: esposto quest' apparato a un fuoco energico, non solamente il carbonato non si decompose, ma invece si fuse; mentre sappiamo, che questo sale al calore senza pressione straordinaria si decompone, sviluppando l'acido carbonico. Ecco perchè nei vulcani si può trovare il carbonato di calce a una certa profondità; per la qual cosa basta che la pressione, alla quale fu sottoposto quel sale, sia stata sufficiente per impedirne la decomposizione operata dal calorico.

Il rapporto che passa fra i pesi, o fra i volumi delle sostanze, che in virtù della reciproca loro affinità si combinano, è sempre costante pel medesimo composto. Perciò tal rapporto non dipende dalla quantità,

sia in volume, sia in peso dei componenti, che concorrono artificialmente o naturalmente a combinarsi; sibbene da una legge imposta dalla natura sulle combinazioni chimiche, legge detta delle *proporzioni definite o determinate*, che caratterizza l'affinità tanto in genere, quanto in ispecie. Senza questa legge il numero delle sostanze sarebbe indefinitamente grande, e lo studio delle medesime riescirebbe oltremodo vago ed incerto. Due corollari della legge ora enunciata sono le così dette *proporzioni multiple*, e gli *equivalenti chimici*; e noi, rigorosamente parlando, non possiamo a questo proposito convenire con qualche chimico, il quale riguarda invece le proporzioni mulliple e gli equivalenti, come la base su cui riposa la teorica delle proporzioni determinate.

Le affinità sono più difficili a vincersi, cioè sono più intense nelle proporzioni più semplici, che nelle più composte. Si dice perciò che le affinità sono in ragione inversa delle saturazioni; ma non deve questa proposizione riguardarsi come rigorosamente vera. Poichè finora non altro si è conosciuto fuorchè scemando il grado di saturazione cresce la forza di affinità, e viceversa; ma non si è dimostrato che questi aumenti e decrementi sieno in ragion reciproca delle saturazioni stesse, ceme per lo più si asserisce.

Molti corpi hanno la proprietà di decomporne altri, formando con essi delle combinazioni nuove, ma sempre in proporzioni definite: questi corpi talmente dotati diconsi *equivalenti*, *o equivollenti chimici*, ed i numeri che esprimono le quantità dei medesimi, con le quali entrando in combinazione, scompongono una sostanza per formarne un'altra, diconsi *leggi degli equivalenti*. La cognizione di queste leggi è molto utile, particolarmente per valutare le proporzioni dei principj costituenti i sali neutri.

Un' altra conseguenza dalle proporzioni definite si è la scoperta che fece Richter, chimico di Berlino, per la quale fu conosciuto che i pesi delle basi, neutralizzanti lo stesso peso di acidi diversi, hanno il medesimo rapporto fra loro; e che similmente accade degli acidi neutralizzanti lo stesso peso di basi diverse. Questo fatto, che fu la prima positiva indicazione avuta sulle proporzioni chimiche, deve oggi riguardarsi come un' altra legge degli equivalenti chimici, dalla quale si deduce, che note le quantità di due basi neutralizzanti un dato peso di un acido, e la quantità di una di esse basi per neutralizzare lo stesso peso di un altr' acido, potrà conoscersi la quantità della seconda base, neutralizzante lo stesso peso del secondo acido. Similmente dovrà ragionarsi riguardo alla ricerca delle quantità degli acidi.

Le proporzioni determinate, le leggi degli equivalenti chimici, e le proprietà ben cognite delle serie logaritmiche, sono le tre basi sulle quali il D. Wollaston ha costruito quell' istromento detto *scala sinottica degli equivalenti chimici*, tanto preziosa sotto tutti i rapporti pel chimico pratico. Questa scala è per modo combinata, che a intervalli eguali corrispondono sempre numeri, che sono tra loro nel medesimo rapporto. La scala, come si acquista, consiste in un regolo portante nel mezzo una scanalatura, in cui si muove un altro regolo più stretto, che dicesi *scorsojo*. Sopra ciascun bordo dello scorsojo sono tracciate delle divisioni da 10 fino a 320, e sopra i due margini della scala sono scritti i nomi delle diverse sostanze, che entrano nelle combinazioni chimiche.

Dopo avere osservato il nostro autore, che negli ossisali neutri avvi un rapporto costante fra l'ossigene dell' acido e quello della base; rapporto pel

quale si viene facilmente in cognizione delle quantità dei principj costituenti un sale neutro; riflette opportunamente che queste semplici ed importanti relazioni esistono eziandio nei composti, che non contengono ossigene. Entra poi col quinto capitolo a parlare della teorica corpuscolare. Nè altro luogo potrebbe darsi a questa dottrina, fuori di quello che siegue immediatamente dopo l'esposizione delle proporzioni definite, come lo stesso autore ha fatto. La teorica degli atomi ha uno stretto e necessario rapporto con l'affinità chimica de' corpi, e con le proporzioni definite de' medesimi, cosicchè l'una qualunque di queste dottrine può esser conseguenza dell' altra, come appunto avviene delle leggi di Keplero, e del modo di agire della forza di attrazione, che quelle sono conseguenze necessarie di questa, e viceversa. La cognizione di tale rapporto forma, a nostro credere, uno de' principali punti dell' atomica dottrina. Noi, senza scostarci dalle istituzioni che abbiam per le mani, aggiugneremo qualche breve riflessione a quanto l'autore dottamente espone sulla dottrina medesima, e non con animo di svolgerla tutta, questa essendo fatica da richiedere ben altro tempo e comodo che ora non abbiamo; ma solo per destare fra noi lo studio di un ramo fisico chimico, il più sublime ed il più utile fra quanti ve ne abbiano al progresso delle nostre cognizioni.

Quindi ci limiteremo per ora con queste poche righe alla sola esposizione sommaria delle ipotesi, dei fatti, e delle conseguenze che riguardano questa principal parte della chimica razionale, senza impegnarci nello sviluppo delle dimostrazioni, che servir dovrebbero di appoggio alle nostre asserzioni.

La dottrina atomistica, quale oggi da noi si riguarda, spogliata cioè dagli errori degli antichi de-

mocritisti o epicurei, indipendente dalla questione se v'abbia o no vecuo perfetto fra gli atomi, immune, se bene addentro si riguardi, dalle obbiezioni del moderno sistema dinamico, è un progresso dell' umano spirito verso il tesoro delle verità, è un passo che caratterizza la marcia tenuta per la conquista de' segreti naturali, è uno sforzo dell' ingegno per toccare la meta dello scibile fisico, che nell'intima costituzione della materia consiste. Volgasi rapido lo sguardo sui progressi dell' intelletto nostro, e vedremo ben presto come tutti sieno stati diretti verso la cognizione della struttura intima de' corpi.

La materia fu innanzi tratto considerata dagli uomini a grandi distanze, perchè gli astri prima di tutte le altre cose del mondo dovettero riscuotere l'ammirazione nostra, e l'astronomia dovette perciò essere la prima scienza che fra noi comparve. A questa successe lo studio de' corpi che ne circondano a distanze minori, come più acconcio al primario scopo delle umane ricerche; onde le proprietà generali de' corpi ne occuparono, e nacque così la fisica generale. Si progredì quindi allo studio della natura dei corpi stessi, ed occupati gli uomini ad investigare gli animali, le piante, ed i minerali, sorse fra i medesimi la scienza della storia naturale. Ma per iscoprire l'intima costituzione della materia bisognava studiar questa più da vicino: lo che indirettamente fecero gli alchimisti dall' undecimo al decimo quinto secolo dell' era cristiana. Così nacque l'alchimia, e si conobbero così una moltitudine di fenomeni che dalle scambievoli reazioni de'corpi dipendevano. Progredendo gli uomini in queste ricerche, avvenne circa il secolo decimo settimo, che le indagini sull' intima costituzione dei corpi formarono una scienza, la quale prese il nome di chimica. Furono stabiliti a questo mo-

do i limiti per non vagare nella ricerca di una verità di tanta importanza, e fu tracciata così una via che ad essa dirittamente condncesse.

Lo studio della materia nel triplice suo stato, lo studio della medessima sotto l'influenza della elettricità, della lnce, e del calorico; in fine la scoperta delle proporzioni definite, furono progressi della scienza fisico-chimica, i quali agevolarono mirabilmente la via per giungere allo scoprimento dell' intima formazione delle sostanze corporee. Un passo poi decisivo ed ardito fatto in questo senso a' giorni uostri, si è il ritrovamento della teorica corpuscolare. Il primo germe di questa dottrina incominciò a svolgersi nella mente dell' irlandese Higgins, crebbe nelle mani di Dalton, fu propagato per quelle di Berzelius e di Dumas; forma ora il soggetto delle speculazioni dei più valenti fisico-chimici di Europa. Questa teorica è quella che, ben coltivata, condurrà probabilmente a squarciare il velo, che ricuopre l'intima oostituzione dei corpi. Forse mai non potranno gli uomini giungere a tanto; ma per tentarlo non v'era altra via che questa, per la quale si son messi. Affinchè tal via, non ancora ben lastricata, fosse aperta, vi è bisognato il concorso di tutte le scienze filosofiche, giunte a quel grado al quale oggi sono: e senza ciò vano sarebbe riescito qualunque sforzo, come vano già riescì a qne' filosofi antichi, che pur la videro, ma che non poterono batterla per mancanza di forze.

Abbiamo veduto che quantunque varino due masse capaci di combinarsi chimicamente, ciò non ostante la combinazione avrà luogo senza resto, purchè le masse variate conservino sempre fra loro lo stesso rapporto. Per ispiegare questo incontrastabil fatto, siamo necessitati a supporre primieramente, che i corpi sieno

formati di particelle materiali e figurate, la continuità delle quali non può essere distrutta da veruna forza *naturale*, se i corpi sono semplici; e da veruna forza *meccanica*, se i medesimi sono composti. Questi minimi materiali, che sfuggendo a'nostri sensi ne vietano conoscere la lor forma, sono appunto quelli che diconsi *atomi*. Secondariamente dobbiamo supporre, che i composti o le combinazioni nascano dalla riunione di un numero *determinato* degli atomi de' componenti; determinato cioè dalla *figura* degli atomi stessi, che per affinità concorrono alla formazione del composto. Ecco l'anello che lega la teorica delle proporzioni definite con l'atomistica, la quale, a chi ben vi pone mente, non già una ipotesi, ma un corollario apparisce dell' affinità chimica.

Considerando le probabilità, trova Berzelius motivo per supporre, che gli atomi de' corpi semplici abbiano la forma sferica, questa essendo propria della materia, quando non è sottoposta alla influenza di forze ad essa estrinseche. Però non è da tacere l'osservazione in contrario, fatta dal nostro autore, cioè che la materia presceglie allora la figura sferica, quando le molecule sono libere fra loro, ed obbediscono solo ad una forza centrale che le attrae; quando cioè l'attrazione moleculare non è assai forte, nè opera più sopra certe parti che sopra certe altre; per lo contrario quando quest' attrazione ottiene tutto il suo effetto al quale tende, allora si riuniscono i minimi corpicciuoli in molecule integranti di forma poliedra. Pare doversi da ciò dedurre, che quella forza opera di preferenza sopra certe parti di essi corpicciuoli, i quali perciò invece di conformarsi a guisa di sferette, riceveranno piuttosto la figura poliedra. La divisione meccanica nei cristalli, riflette l'autore stesso, ne conduce sempre a forme angolose e poliedre, nè v'ha ragione per credere

che protratta fino alle ultime molecule, non debba presentarci sempre figure simili a quelle già ottenute. D'altronde l'identità di forma, supposta nell'ipotesi di Berzelius, non è troppo acconcia per ispiegare la diversa natura, e le diverse proprietà delle varie sostanze. Inoltre osservar dobbiamo che la curvatura delle superficie domina solo nelle sostanze organiche, e che nel regno minerale i corpi sono terminati da linee rette, e da superficie piane. Siamo da ciò condotti a concludere, che probabilmente gli atomi de' corpi semplici sono di forma poliedra, e diversa in ciascun corpo.

Dall' idea che ci siamo formati degli atomi, l'unione della materia consiste nella *giustapposizione* dei medesimi, la quale dipende da una forza, che negli atomi eterogenei dà origine alla combinazione chimica, e dicesi *forza di affinità*, e negli omogenei alla coesione od alla tenacità, e dicesi *forza di coesione* o *di tenacità*. La combinazione non altera le proprietà degli atomi che si combinano, sibbene le nasconde, riducendole inefficaci all' effetto che sempre tendono a produrre, e che tosto producono, quando la combinazione si risolve nei principj che la costituivano. Allorchè gli atomi di due corpi differenti sono combinati, ne risulta un atomo composto, in cui secondo tutte le sperienze dobbiam supporre, che la forza producente la combinazione sorpassi di molto l'effetto di tutte le circostanze, che possono tendere a separarne *meccanicamente* gli atomi uniti. Quest' atomo composto deve perciò riguardarsi indivisibile da forze meccaniche, egualmente che l'atomo elementare.

Dumas ed altri fisici, unitamente al nostro autore, partono dal principio che i gas tanto semplici quanto composti, probabilmente sieno formati, a volumi eguali e poste le medesime circostanze, da un egual numero di atomi, egualmente fra loro distanti.

Riguardan essi questo principio qual conseguenza della legge di Mariotte, e di quella di Gay-Lussac. Ciò posto, soggiungono essi, dobbiamo osservare che nella combinazione di due o più gas, il composto risultante, quando è gasoso, ha sempre un volume eguale o minore della somma dei volumi de' gas componenti. Il gas acido idroclorico presenta un esempio del primo caso. Combinandosi un volume di cloro con uno d'idrogene, si producono due volumi di acido idroclorico: e convien dire pel principio sopra stabilito, che questi due volumi contengano lo stesso numero di atomi contenuti ne' due volumi componenti. Quindi posto che sieno $n$ gli atomi di cloro, saranno altrettanti quelli d'idrogene, e $2n$ quelli di acido idroclorico da essi formato: ma ogni atomo di quest' acido deve contenere idrogene e cloro, dunque ognuno d'essi risulterà di mezz' atomo d'idrogene, e mezzo di cloro. Il vapore acquoso presenta un esempio del secondo caso. Due volumi del vapore medesimo sono formati da due volumi d'idrogene, e da uno d'ossigene; laonde per le cose premesse dovrà concludersi, che un'atomo di acqua è formato da mezzo di ossigene, e da uno d'idrogene. Secondo questi principj siamo costretti ad ammettere la divisibilità degli atomi, per parte della forza di affinità, ed a concludere che questa divisione si opera nella maggior parte delle combinazioni fra sostanze aeree.

Il sig. Mitscherlich per lo contrario, in una sua memoria inserita negli annali di chimica e fisica del sig. Gay-Lussac posteriormente alla pubblicazione dello scritto di cui parliamo, sostiene che a volumi eguali ed a circostanze indentiche i gas, composti o semplici che sieno, contengono un diverso numero di atomi; e che p. e. il solfo in vapore contiene il triplo degli atomi contenuti in un egual volume di os-

sigene, Soggiunge inoltre, che dalla proporzione con la quale il zolfo si unisce alle altre sostanze, dalla forma di cristallizzazione di queste combinazioni, e dalla capacità loro pel calorico risulta, che il numero degli atomi nell' ossigene, cloro, jodo ecc, sta a quello degli atomi nello zolfo come 1: 3; e che negli acidi solforoso, idrosolforico, e nel cloruro di zolfo, quel rapporto è come 1 : 2.

Noi con Berzelius tenendo una mezzana via fra quelle tracciate in proposito da Dumas e da Mitscherlich, consideriamo i gas come composti di atomi solidi, che si respingono il più possibile a cagione del calorico, il quale aumentando, aumenta quella repulsione. Riteniamo quindi che sotto le medesime circostanze i *gas semplici* contengano un egual numero di atomi ad eguali distanze nel medesimo volume; ma non riconosciamo con Dumas la necessità che altrettanto si verifichi fra i gas composti, e fra questi ed i gas semplici. Secondo questo principio sempre il numero degli atomi composti sarà inferiore al total numero degli atomi elementari, per la combinazione de' quali si è formato il gas composto. Così nel vapore acquoso vi sarà il terzo del numero totale degli atomi d'idrogene e di ossigene, e ciascun atomo di questo vapore sarà composto di uno di ossigene e due d'idrogene. Perciò a circostanze medesime, gli atomi dell' acqua in vapore saranno più distanti fra loro, ed in minor numero degli atomi d'idrogene, ovvero di ossigene. Per questa dottrina si deve concludere, che il vapore acquoso, l'ammoniaca, il gas idrogene carbonato (carburo diidrico) ed altri simili composti contengono a pari condizioni un diverso numero di atomi, o che nelle combinazioni chimiche la divisione degli atomi elementari non è punto amissibile, contro l'ipotesi di Dumas.

Per avvalorare queste vedute riflettiamo, che la forza repulsiva ne' gas composti deve geralmente variare da quella de' gas semplici dai quali sono formati, e ciò per l'aumento di volume dell' atomo composto. In fatti è naturale che questa forza ripulsiva, e per conseguenza che il grado di condensazione dei gas, sia dipendente dalla forma dell' atomo, cioè dalla quantità e disposizione delle superficie del medesimo; il quale nel caso che sia composto, secondo che nasconderà nel suo intero maggiore o minor superficie degli atomi elementari; ed inoltre secondo che la sua esterna superficie sarà disposta piuttosto in un modo che in un altro, impedirà che agisca una maggiore o minor parte della forza ripulsiva sugli altri atomi composti. Da ciò dipende, se punto veggiamo, la variazione della distanza degli atomi ne' gas composti, rispetto quella degli atomi ne' gas componenti; e da ciò anche la variazione della densità de' primi gas rispetto quella de' secondi.

L'ipotesi ora esposta ne pare assai soddisfacente sotto il punto di vista fisico e chimico; infatti si concepisce a mala pena la divisione degli atomi semplici, la differenza fra questi e le molecule chimiche, in fine la eguaglianza del numero degli atomi in ciascun gas a parità di circostanze. Vero è che l'influenza della temperatura e della pressione produce i medesimi risultamenti sopra molti gas; ma è vero altresì che questi fatti non si sono verificati per modo, da potersi dedurre dai medesimi delle generali conseguenze. Può dimostrarsi con delle ipotesi probabili che le leggi di Mariotte e di Gay-Lussac sussistono, senza ritenere che nei gas tutti gli atomi sono ad eguali distanze gli uni dagli altri. La legge di Mariotte non presenta essa delle anomalie quando trattasi di forti pressioni? E' forse ad evidenza

dimostrato, che la legge di Gay-Lussac, la quale nou è stata verificata che fra i limiti di 0° e 100° si estenda più oltre, almeno pei gas composti? La sola prova per verificarla, sopra e sotto questi limiti, si deve ai sigg. Dulong e Petit, e questi dotti la istituirono sopra un gas semplice qual è l'idrogene. Potrebbe darsi che questa legge non si verificasse pei gas composti, a tutte le temperature maggiori di 100°, e minori di 0°.

I seguaci dell' opinione di Mitscherlich forse replicheranno dicendo, che le nostre ragioni, per avvalorare la ipotesi della inegual distanza degli atomi nei gas composti a circostanze identiche, potrebbero non meno servire per convalidare altrettanto nei gas ancorchè semplici. Ed infatti, diranno essi, quante volte la distanza in proposito dipenda dalla forma dell' atomo e della massa del medesimo, come abbiamo noi supposto, se questa massa e questa forma varia, come sembra dover essere, negli atomi dei diversi gas semplici, assai probabilmente variar dovrà eziandio la forza loro repulsiva, e perciò la distanza fra i medesimi. Questa difficoltà però non è tale da obbligarci ad abbandonare quella via di mezzo da noi adottata sull' attuale questione della distanza fra gli atomi, ovvero sul numero dei medesimi nei volumi eguali dei diversi gas a pari condizioni, almeno fino a tanto che certe moderne sperienze non riscuoteranno la generale fiducia. Egli è certo intanto, che la ipotesi di Dumas sopra l'attuale questione sembra non potersi ammettere in tutta la sua estensione. Riguardo poi alla testè riferita obbiezione, deve primieramente riflettersi che potrebbe variare la forma ed insieme la massa degli atomi nei diversi gas semplici, rimanendo per ognuno di essi eguale la distanza, che separa un atomo dell' altro; poichè gli effetti di queste variazioni potrebbero

essere l'uno reciproco dell' altro. Così la cosa essendo, vede ognun bene quanto meglio si renderebbe conto delle leggi di Mariotte e di Gay-Lussac. In secondo luogo deve osservarsi che il peso degli atomi delle sostanze semplici e gasose determinato, supponendo che queste a volumi eguali, e posto il resto eguale contengano lo stesso numero di atomi, si è trovato nella maggior parte de' casi coincidere col peso delle sostanze medesime, ottenuto però con diverso metodo. Quindi a ragione da ciò concludiamo esser vera la ipotesi da noi adottata, cioè che le sostanze semplici gasose contengano a volumi eguali un egual numero di atomi. Per ultimo dobbiamo riflettere, che da quei casi ne'quali non si è verificata la coincidenza dei risultamenti ottenuti per diverse vie rispetto lo stesso peso atomico, piuttosto che trarre argomento per abbattere la nostra ipotesi, potrebbe invece rilevarsi una ragione per dubitare se quelle sostanze, sulle quali sono caduti gli sperimenti, sieno veramente semplici, come noi le abbiamo supposte.

Indipendentemente da queste disparità di opinioni, la teorica corpuscolare consiste nella soluzione de' tre seguenti problemi; 1.° Trovare il peso relativo degli atomi composti: 2.° Trovare il numero degli atomi semplici costituenti la alementar combinazione chimica, ovvero l'atomo composto; 3.° Trovare il volume d'ogni atomo. Poichè non esistono finora metodi diretti e generali per la soluzione di questi tre problemi, siamo necessitati a valerci di ragionamenti che indirettamente ne conducano allo scopo. E perciò innanzi tratto deve cercarsi qual sia il peso degli atomi delle sostanze semplici, poi deve procedersi alla determinazione del numero degli atomi semplici, concorrenti a formare l'atomo composto; con questo mezzo si giunge a conoscere il suo peso; e finalmente si

perviene alla investigazione del volume, non che della figura tanto riguardo agli atomi semplici, quanto ai composti. Ma seguendo ancora questo piano, che è l'unico praticabile nell'attuale stato della scienza, non possiamo nè generalmente, nè sempre con certezza, procedere in ogni sua ricerca. Infatti per trovare il peso degli atomi delle sostanze semplici, dobbiamo distinguere il caso in cui queste sono naturalmente od artificialmente elastiche, dal caso in cui non lo sono. Ragionando sulla prima ipotesi facilmente si giunge a stabilire, che i pesi degli atomi delle sostanze fluido-elastiche sono proporzionali alla densità delle medesime. Nasce di qui la determinazione dei pesi atomici, mediante il peso dell'atomo di una opportuna sostanza, preso per unità ponderale.

L'applicazione di questo metodo essendo molto limitata, dovremo, per estendere le ricerche sul peso degli atomi elementari, valerci della scoperta di Gay-Lussac. Questo celebre fisico avendo trovato, che nelle combinazioni gasose o volatili il rapporto fra i volumi dei componenti è molto semplice, non potremo esitare che fra poche supposizioni, per fissare il rapporto medesimo, il quale spesso può determinarsi mediante alcune analogie certissime, o mediante opportuni sperimenti. Fissato questo rapporto, sarà facile determinare la densità del corpo di cui vuol conoscersi il peso atomico, al quale si giungerà per una semplice proporzione. A questo modo ragionando si vede chiaro, potersi estendere la determinazione dei pesi atomici a tutti quei corpi capaci di dare delle combinazioni gasose o volatili, nei quali la densità del vapore non sia cognita per esperienze dirette.

Dal calorico specifico dei corpi semplici hanno dedotto i sigg. Dulong e Petit un altro metodo assai pregevole per giungere alla determinazione del

peso atomico de' corpi medesimi; almeno per quelli che sono allo stato solido. Di questo metodo non poteva parlare in questo libro il nostro A., non avendo ancora trattato del calorico: ne parla poi brevemente nel L. III § 23, 24. Avendo determinato i sopradetti fisici, col metodo del raffreddamento, il calorico specifico di molte sostanze, ancora indecomponibili, specialmente metalliche, videro che moltiplicando il peso dell' atomo pel suo calorico specifico, sempre si otteneva lo stesso prodotto. Deriva da ciò primieramente, che il calorico specifico degli atomi de' corpi ora nominati è in ragione inversa de' loro pesi atomici, ed anche del numero delle molecule chimiche di cui quegli atomi risultano. Secondariamente, che ognuno di questi prodotti esprimendo la capacità pel calorico di quell' atomo, al quale il prodotto stesso appartiene, gli atomi de' nominati corpi avranno la stessa capacità pel calorico, ovvero avranno lo stesso calorico latente; e che questo nei corpi stessi sarà eguale, purchè lo sia il numero de' loro atomi. Se poi que' corpi avranno peso eguale, la capacità loro pel calorico sarà direttamente proporzionale al numero degli atomi che racchiudono.

Dalla citata eguaglianza di prodotti potremo, cognito il peso atomico di una qualunque sostanza, conoscere agevolmente quello delle altre. Il peso atomico dello zolfo essendo stato determinato con la maggior certezza, merita tutta la confidenza, e perciò si deve in questa ricerca prendere per dato. Questo metodo è per verità semplice ed uniforme, ma i casi anomali che in esso incontransi ne limitano molto l'applicazione. L'arsenico e l'antimonio p. e. sottraggonsi ad esso, l'argento ed il tellurio danno un prodotto doppio di quello si sarebbe dovuto ottenere secondo tutte le probabilità; il cobalto poi ne por-

ge uno di due terzi maggiore di quello che dalla teorica si attende.

I fisici continuando le ricerche su tal proposito, esaminando la diversità dei risultamenti, investigando le cagioni, ed aumentando l'accuratezza delle sperienze, giungeranno certo a quella generalità, che ora non gode il metodo stesso; ed otterranno così la soluzione dell' elegantissimo problema, dato il calorico specifico di un corpo trovare il peso atomico del medesimo; e viceversa. Dobbiamo però a questo proposito riflettere, che la determinazione de' calorici specifici de' corpi, fatta coi metodi generalmente adottati, sempre include nei risultamenti un errore, procedente dalla variazione di volume del corpo sul quale si esperimenta.

Parecchi sono i metodi per giungere alla soluluzione del secondo problema da noi proposto, nel quale si cerca il numero degli atomi semplici della elementar combinazione. I diversi gradi di ossidazione offrono un valevole mezzo per giungere a questa soluzione. Un altro se ne deduce dal rapporto fra le quantità ponderali dell' ossigene, contenute nella base e nell' acido di un sale nentro. Imperciocchè si è riconosciuto, confrontando i risultamenti ottenuti per diverse vie, che nei citati rapporti, sempre però ridotti alla più semplice forma, il numero che si riferisce alle quantità ponderali di ossigene dell' elemento elettronegativo, rappresenta eziandio il numero degli atomi di ossigene componenti l'atomo dell' elemento medesimo. Se il risultamento così ottenuto, rapporto al numero degli atomi, si accorda con la relativa serie di ossidazione, il numero trovato diviene tanto probabile, da doversi ritenere quasi per certo. Quindi apparisce, che l'accordo della serie di ossidazione con la legge ora esposta, può abilitarci

spesse fiate a pronunciare con certezza della composizione atomica di un acido. I solfuri e gli ossidi hanno grande analogia fra loro, ed il modo col quale si combina lo zolfo ai metalli, rassomiglia moltissimo alla ossidazione de' medesimi. Perciò anche di qui si è tratto argomento per dedurre il numero degli atomi semplici di una elementar combinazione, paragonando cioè i gradi di solfurazione dei corpi con quelli di ossidazione dei medesimi.

L'*isomorfismo*, interessante scoperta del sig. Mitscherlich, è una conseguenza meccanica della eguaglianza di costituzione atomica delle sostanze fra loro *isomorfe*. Si dicono isomorfe quelle sostanze, che possono l'una sostituirsi all' altra nella combinazione, senza produrre alterazione di sorta nel sistema cristallino del composto che da esse risulta. Così alla base o all' acido di un sale, può sostituirsi totalmente o parzialmente un' altra base o un altro acido, senza che perciò il sistema cristallino dei sali a questo modo prodotti diversifichi, comecchè la misura degli angoli non rimanga del tutto la stessa. Le basi e gli acidi che a vicenda si rimpiazzano diconsi *isomorfi*; ed allorchè isolatamente questi corpi cristallizzano, producono cristalli simili per la forma, e molto prossimi per gli angoli, qualunque sia la differenza della lor natura. Nulladimeno sembra che alcuni di questi corpi possano vestire due forme primitive. Perciò quando più sostanze isomorfe affettano alcune la prima forma, ed altre la seconda, si rende malagevole scoprire per questa parte la natura isomorfa delle medesime. Adunque non solamente vi sono dei sali di basi differenti che hanno delle forme analoghe più o meno somiglianti, ma eziandio vi sono de' sali di acidi differenti che si trovano nel medesimo caso. Mitscherlich, combinando questi fatti con altri presi nel

regno minerale, ne ha concluso che l'isomorfismo dipende dal medesimo numero di atomi semplici aggruppati nella stessa guisa nella formazione dell' atomo composto; e che perciò quando un corpo è isomorfo con un altro, di cui si conosce il numero degli atomi semplici costituenti la sua elementar combinazione, sarà conosciuto ancora il numero stesso relativo all' altro corpo. E' dunque l'isomorfismo uno de' mezzi più sicuri e più spediti, per giungere alla soluzione del secondo nostro problema.

Prima di questa scoperta si conobbe che l'atomo di allumina conteneva tre atomi di ossigene, e due di alluminio, e dopo la scoperta medesima fu veduto da Mitscherlich essere l'allumina isomorfa cogli ossidi ferrico, manganico, e cromico, i quali, come sappiamo dalle serie di ossidazione, risultano anch' essi di tre atomi di ossigene, e due del radicale. Similmente si è trovato che gli ossidi ferroso, cuprico, cobaltico, niccolico, zincico, manganoso, magnesico, e calcico sono isomorfi; e per altra parte che la calce è isomorfa con la barite, con la strontiana, e coll' ossido plumbico. Siegue da ciò, che pervenendo a determinare con certezza il numero degli atomi di uno solo di questi 11 ossidi, si conoscerà il nnmero degli atomi di tutti gli altri.

La proporzione definita di un composto serve anch' essa di mezzo per giungere a determinare il numero degli atomi della sua elementar combinazione. Deve distinguersi però il caso in cui la proporzione definita sia data in volumi, da quello in cui sia data in pesi. Contenendo i gas semplici a volumi eguali un egual numero di atomi, e per ipotesi assai probabile gli atomi nel combinarsi non potendosi dividere, chiaro apparisce che il numero di questi coinciderà col numero dei volumi concorrenti a

formare l'elementar combinazione del composto, nella quale il volume e l'atomo si debbono confondere. Quindi è che se il rapporto definito dei volumi di due elementi, che sotto forma di gas si combinano, ridotto alla più semplice espressione, sia rappresentato con $m : n$, sarà $m$ il numero degli atomi di un elemento, ed $n$ quello degli atomi dell' altro, dai quali risulta l'atomo del composto.

Questo metodo è forse il solo che offre i suoi risultamenti esenti da ogni dubbio: e quante volte possa praticarsi, dovrà essere preferito. Disgraziatamente però i suoi confini sono troppo angusti, poichè non si estendono oltre quei corpi che possono raccogliersi e misurare isolati allo stato di gas, e questi sono ben pochi, come l'idrogene, l'ossigene, il nitrogene, e il cloro. Il volume degli altri elementi gasosi può essere misurato in una maniera indiretta, come p. e. quello del carbonio, e di molti altri corpi, valendosi cioè di qualche ipotesi, del rapporto definito fra i pesi di quella tal sostanza elementare e dell' ossigene con essa combinato, non che del volume cognito di questo; il quale poi serve di paragone alla misura degli altri volumi.

Quante volte poi il rapporto definito degli atomi di un composto sia dato in pesi, allora per conoscere il numero degli atomi semplici della elementar combinazione, dovremo valerci eziandio del peso degli atomi elementari. Noi tralasciamo di esporre il ragionamento che in questo caso conduce al termine delle ricerche in proposito, giacchè il calcolo teoretico e pratico, che lo accompagna, non gli permette trovar luogo in questo articolo, già soverchiamente protratto; ed in vece passeremo a dare qualche brevissimo cenno della soluzione del terzo nostro problema.

Per determinare il volume degli atomi dei corpi, e per conoscere le conseguenze, che derivano dai risultamenti ottenuti in questa ricerca, deve riflettersi che la gravità specifica di qualunque sostanza trovasi determinata dietro l'ipotesi, che il corpo sia omogeneo in ogni parte del suo volume, cioè che la massa del corpo sia diffusa uniformemente nello spazio da essa occupato. Deriva da ciò, che la gravità specifica del tutto eguagliar deve quella di ogni sua parte. Perciò la gravità specifica dell' atomo di qualunque corpo, supposto in tutta la sua estensione omogeneo, sarà quella del corpo medesimo. Dunque il volume relativo di un qualunque atomo, nella ipotesi in cui siamo, sarà eguale al rapporto fra il peso dell' atomo stesso, e la gravità specifica del corpo al quale appartiene. A questo proposito deve osservarsi che i volumi atomici così ottenuti sono alcune volte coincidenti l'uno nell'altro: lo che induce non lieve sospetto sulla esistenza di qualche legge, dalla quale dipender debba siffatta coincidenza.

Questo metodo risente, come già notammo della ipotesi che la massa sia diffusa con la stessa uniformità nell' atomo, e nel corpo al quale si riferisce; o più semplicemente, che la gravità specifica dell' atomo sia eguale a quella del corpo. Ciò sarà vero, se la distanza delle molecule chimiche fra loro eguagli quella che separa gli atomi del corpo. Nòn verificandosi tal circostanza, il volume dell' atomo trovato nel modo esposto sarà erroneo per eccesso o per difetto, secondo che la gravità specifica dell'atomo sarà maggiore o minore di quella del corpo; o più semplicemente, secondo che la distanza degli atomi suoi sarà maggiore o minore di quella che separa fra loro le molecule chimiche. Deve però notarsi che in ognuno di questi tre casi il volume dell'

atomo, dedotto dalla gravità specifica del corpo, in luogo di rappresentare lo spazio realmente occupato dalle sue molecule, rappresenterà questo spazio aumentato di quello che le circonda. Perciò la distanza fra le molecule, e quella fra gli atomi, concorrono indispensabilmente ad aumentare la determinazione dei veri volumi degli atomi stessi, e ad impedirne il confronto reciproco.

Se avrà luogo il primo caso, se cioè la gravità specifica dell' atomo, e quella del corpo, saranno eguali, si vede chiaro, 1° che gli atomi delle diverse sostanze non potranno avere la stessa gravità specifica; 2.° che i medesimi non potranno generalmente avere lo stesso volume, poichè nel caso contrario i volumi trovati coll' esposto metodo o dovrebbero essere tutti eguali fra loro, o capaci di divenir tali, solo moltiplicando o dividendo i pesi di quegli atomi che hanno volume diverso, per numeri assai semplici: lo che non si verifica; 3° che non potranno gli atomi avere la stessa distanza nei diversi corpi ai quali appartengono. Poichè variando la gravità specifica col variar del corpo, dovrà la distanza fra le molecule variar anch'essa; ma nel caso in cui siamo, questa eguagliar deve quella fra gli atomi: dunque non ponno questi conservare la stessa distanza, considerati che sieno in due corpi diversi; 4° che se le gravità specifiche, o le densità degli atomi, seguiranno lo stesso rapporto de' loro pesi, si avrà eguaglianza fra i volumi dei medesimi, come prossimamente si verifica nel rame, manganese, nichel, cobalto, e ferro; poi nel zinco, platino, e palladio; quindi nel molibdeno, e tungsteno; finalmente nell'argento e nell' oro. Questo appunto è il caso degli atomi di tutte le sostanze semplici gasose, nelle quali però anche la distanza fra gli atomi rimane la stessa nei

diversi gas, per cagioni che non concorrono nelle sostanze solide; 5° che gli atomi dovranno variar di volume variando quello del corpo al quale appartengono, senza che aumenti la massa del medesimo; poichè se così non fosse, non più la distanza fra le molecule rimarrebbe eguale a quella fra gli atomi in ogni corpo, come abbiamo fin' ora supposto.

Se avrà luogo il secondo o il terzo caso, cioè se la gravità specifica dell' atomo sarà maggiore o minore di quella del corpo al quale appartiene, non possiamo pronunciare se gli atomi delle diverse sostanze avranno o no diversa la gravità specifica, ma possiamo dire soltanto, che questa sarà dipendente dalla distanza fra le molecule. Altrettanto diremo riguardo al volume dei medesimi, che dipenderà certamente dalla distanza ora nominata, e da quella fra gli atomi. Egli è certo però che il volume dell' atomo dedotto dal suo peso relativo, e dalla gravità specifica del corpo a cui si riferisce, sarà in ambedue i casi erroneo, e dipenderà dal volume vero dell' atomo stesso, e dalla distanza che lo separa dagli altri della sua natura.

Dopo aver parlato del peso, del numero, e del volume degli atomi, l'ordine richiederebbe che si dicesse della figura dei medesimi; però questa parte della teorica corpuscolare è tanto indietro, che nello stato attuale della scienza non possiamo neanche additare il sentiero che dovrebbe guidarci in siffatta ricerca: chiuderemo perciò questa nostra digressione, alcuna cosa dicendo rapporto all'utilità del calcolo atomico.

L'intima costituzione de' corpi, il diverso loro stato di aggregazione, le proprietà per le quali si distinguono gli uni dagli altri, la regolarità delle loro forme, le combinazioni chimiche, la densità,

Le proporzioni definite relative agli ossidi cuproso, e cuprico, differiscono anch' esse fra loro di poche decime; e perciò non sono bastanti a far concepire distintamente la real differenza che passa fra questi ossidi. Ma se l'analisi de' medesimi si traduca in atomi, chiaro apparirà la cagione che l'un dall' altro distingue i nominati ossidi. Infatti si trova così essere l'ossido cuproso composto di due atomi di rame, ed uno di ossigene, e l'ossido cuprico composto di un atomo dell' una e dell' altra di tali sostanze.

Questi esempi fanno conoscere ad evidenza quanto il calcolo atomico serva egregiamente, per assegnare in un modo assai preciso la composizione delle sostanze, e quanto valga a dare un'idea ben distinta delle medesime; cosicchè oggi si rende indispensabile presentare la composizione dei corpi con questo mezzo. L'analisi delle sostanze non potendo farsi che mediante le quantità ponderali delle masse combinate per la formazione del prodotto che si vuole analizzare, necessita seper tradurre nelle forme atomiche i risultamenti per essa ottenuti. Come ciò si ottenga, è argomento da non potersi omettere in una completa esposizione della teorica degli atomi. Noi però non avendo inteso far altro con la presente digressione fuorchè dare un breve cenno della dottrina corpuscolare, o per dir meglio indicare le fondamenta sulle quali poggiar deve il suo vasto edificio, riserveremo ad altra occasione lo sviluppo di questa sua parte, e di tutte le altre, che solo per esser brevi abbiamo tralasciate, o leggermente toccate.

Oltre le proporzioni definite, oltre la teorica corpuscolare, anche le soluzioni debbono considerarsi quali effetti dell' affinità chimica: e come tali il nostro autore riguardandoli, ne forma soggetto del capo VI di questo II libro. Si dà il nome di *soluzione*

a quel passaggio che fanno i corpi dallo stato in cui sono a quello di liquidità. E primieramente la soluzione può effettuarsi in due modi, cioè o solo mediante il calorico, ovvero mediante il contatto del corpo da sciogliersi con un corpo liquido, che si dice perciò *solvente*. Nel primo caso la soluzione prende il nome di *fusione*, o anche di *soluzione semplice*; e se trattasi di metalli diversi che insieme si fondano, allora il prodotto della fusione dicesi *lega*. Nel secondo caso questo fatto ritiene il nome di soluzione, o come alcuni vogliono di *soluzione composta*; perchè intendono indicare con ciò l'assorbimento del calorico, necessario al passaggio del solido nella liquidità, e l'azione simultanea del solvente in detto passaggio. Quante volte poi si tratti di metalli sciolti nel mercurio, come oro, argento, piombo, stagno, e zinco, allora il prodotto della soluzione chiamasi *amalgama*; il quale sarà solido o liquido, secondo il rapporto delle quantità ponderali dei metalli da cui è formato. Se il corpo per iscogliersi abbisogna di un cangiamento ne' principj suoi costituenti, allora questa specie di soluzione si distingue col nome di *dissoluzione*: per esempio, il carbonato di calce si scioglie nell' acido idroclorico, emettendo però nel tempo stesso l'acido carbonico.

I liquidi, più o meno, tutti sciolgono altri corpi; ma l'acqua ne scioglie in sì gran numero, che a ragione meritò di esser chiamata il *principal solvente*. Lo spirito di vino scioglie, è vero, minor numero di sostanze dell' acqua; ma parecchie insolubili in questa, come lo zolfo e il fosforo, lo sono nello spirito di vino, il quale scioglie la maggior parte degli acidi solidi, moltissimi sali, molte sostanze vegetabili, eccetera. Inoltre l'acqua e lo spirito di vino, insieme uniti, formano un solvente assai più attivo,

di quello sarebbe l'uno o l'altro liquido separatamente preso.

La soluzione, considerata sotto il punto di vista chimico, è un effetto dell'affinità, ma di un'affinità molto debole, in confronto di quella che produce le combinazioni. La differenza consiste in ciò, che in queste si neutralizzano le proprietà de' componenti, il rapporto dei medesimi è determinato, il composto è dotato di omogeneità, e la densità del medesimo è generalmente diversa dalla media fra quella de' componenti: mentre nelle soluzioni le proprietà chimiche de' componenti sono in attività, il rapporto delle quantità dei medesimi è indeterminato, e solo il composto consegue l'omogeneità in tutta la sua massa, e la densità del medesimo per lo più diversfica dalla media fra quella de' suoi componenti. Le soluzioni adunque hanno solo queste ultime due circostanze in comune con le combinazioni. Il nostro autore, a mostrare la differenza fra le soluzioni e le combinazioni, dice, la *simmetria* nella disposizione delle molecule formare il carattere delle soluzioni, e le *proporzioni determinate* quello delle combinazioni. Però, comecchè abbia egli seguito in ciò il ch. Berzelius, ci sia lecito non di meno riflettere a questo proposito, che le combinazioni godono anch' esse della simmetria nella disposizione delle molecule, e che perciò a voler fissare i caratteri che distinguono essenzialmente le soluzioni dalle combinazioni, non può fra questi annoverarsi la simmetria suddetta: per la qual cosa noi ci riportiamo a quanto già notammo su tale argomento.

L'omogeneità nelle soluzioni diafane apparisce dalla uniformità con cui la luce si trasmette per la loro massa, cosicchè le più forti lenti non sono bastanti a farc scuoprire in essa nulla di eterogeneo; onde

la massa medesima non da più corpi diversi, ma da un solo ne pare costituita. In ciò le soluzioni stesse differiscono dalle mischianze, nelle quali più o meno sempre scorgesi la eterogeneità del composto; e la luce per esse non si trasmette senza disperdersi, e senza produrre maggiore o minore opacità.

Potrebbe mai della perfetta trasparenza, che forma il carattere delle soluzioni diafane, concludersi, che gli atomi de' corpi formanti la soluzione medesima, sono tutti fra loro di forma e di volume eguale? Se ciò fosse, le soluzioni diverrebbero effetto di una debole affinità, che passa fra' corpi di atomi aventi tutti lo stesso volume, e la stessa forma.

Il rapporto fra la densità della soluzione, e quella de' suoi componenti, non è cosa da tralasciare. Osserva quindi il nostro autore rispetto alle leghe, che quando i metalli differiscono assai nelle proprietà chimiche, la densità della lega è maggiore della media fra i metalli che la costituiscono; e che il contrario si verifica nelle leghe fra' metalli che poco differiscono per le proprietà chimiche fra loro (1). Rispetto alla soluzione dei solidi nell'acqua, la densità del composto sembra essere sempre maggiore della media fra quella de' componenti, purchè i solidi sieno anidri. Se questi sono in istato d'idrati, la densità della soluzione è per lo più minore della media stessa.

Abbiamo detto che nelle soluzioni si uniscono i componenti in un rapporto indeterminato. Però è da osservarsi che il solvente ha un limite inferiore, ossia un minimo, e che il soluto ne ha uno superiore, ossia un massimo. Così nelle soluzioni dei solidi nell' acqua esiste una quantità minima di que-

(1) Vedi Dumas vol. 2 p. 43.

sto liquido, che indispensabile si rende, per isciogliere ad una certa temperatura una massa determinata di un dato corpo: ma sopra questo limite il solvente può aumentarsi a piacere. Similmente aumentando in una soluzione salina successivamente le quantità del sale, si giungerà ad un punto in cui ricuserà il liquido di scioglierne più: e questo punto è il limite superiore, o il massimo del corpo soluto. In tale stato la soluzione dicesi esser *satura*, e perciò non avere più facoltà di sciogliere la menoma parte di quel corpo, che ha prodotto in essa la saturazione. Alcune volte però l'acqua satura di una sostanza può sciogliernè un' altra, senza nè punto nè poco abbandonar la prima. Anzi la facoltà solvente rispetto alla seconda spesso è maggiore di quello sarebbe, se l'acqua fosse pura. Altre volte poi l'acqua satura di una sostanza abbandona questa in tutto o in parte, per isciogliernè un' altra. Cresce alle volte la facoltà solvente dell' acqua con la temperatura: però non mancano casi, ne' quali sembra che il calore diminuisca la facoltà medesima. A temperature elevate l affinità del sal comune per l'acqua è minore assai di quella esercitata da quasi tutti gli altri sali; quindi alla temperatura dell' acqua bollente il sal comune vien separato da quelli che sono dal medesimo precipitati a temperature più basse.

Abbiamo notato essere l' affinità chimica la cagione delle soluzioni; ora se questa non è bastante perchè un solido si sciolga in un liquido, sarà sufficiente a *bagnare* la sua superficie. Se poi neppur questo effetto potrà produrre, allora sarem certi che l'affinità medesima fra il liquido ed il solido è così tenue, da esser superata dall' attraziòn mutua delle molecule di esso liquido. Perciò escono dall'acqua non

bagnate le piume di alcuni uccelli, le sostanze ontuose, eccetera.

Dopo aver parlato delle soluzioni dei solidi nei liquidi, passa giustamente l'autore a dire delle soluzioni dei liquidi fra loro. Il rapporto delle quantità, con le quali due liquidi fra loro si uniscono per via di soluzione, spesso è indeterminato, come avviene fra l'acqua e lo spirito di vino, fra l'acido nitrico ed il solforico, fra un olio e l'altro, eccetera. Alcune volte però il rapporto medesimo è costante, come accade fra lo spirito di vino e il petrolio, fra l'acqua e lo spirito di vino, il petrolio e gli olii volatili ec. Nelle soluzioni dei liquidi fra loro avviene quello stesso che si verifica nella soluzione dei solidi, cioè che il liquido abbandona in tutto o in parte una sostanza per iscioglierne un'altra. Si gitti dell'acqua nello spirito di vino in cui sia sciolto un olio volatile: la maggior parte di questo verrà a liberarsi e separarsi, mentre gli altri due liquori si uniranno.

I fluidi elastici si mescolano alcune volte fra loro senza combinarsi, ma non perciò si sciolgono, comecchè Berthollet ed altri abbiano preteso il contrario, facendo dipendere queste mischianze dall'affinità chimica. Il semplice mescolamento dei gas è una operazione totalmente meccanica, perchè in esso non si osserva quella variazione di densità, che sempre accompagna le vere soluzioni, le quali perciò sono prodotte dall'affinità.

I fluidi elastici si mescolano coi liquidi, ed in essi sciolgonsi, per effetto parte dell'affinità, parte della pressione. Se il mescuglio dei gas coi liquidi non dipendesse dall'affinità, e fosse meramente meccanico, una medesima pressione farebbe penetrare lo stesso volume di ciascuno d'essi nei pori di un medesimo liquido: lo che non si verifica. La quantità di

un gas, che può essere assorbita dall'acqua, diminuisce coll'elevarsi della temperatura, ed anche col diminuirsi della pressione. I gas non formano col liquido forte unione, ed in proporzioni determinate, ma si uniscono ad esso in guisa da esserne separati facilmente, ed in un numero indefinito di proporzioni. Allorquando l'affinità forma equilibrio con la forza elastica del gas, cessa l'assorbimento di questo nel liquido.

Dopo ciò passa l'autore a dire dell'assorbimento dei gas fatto dalle sostanze porose o polverizzate, tanto minerali, quanto organiche; ed osserva che come un gas viene dall'acqua espulso per opera di un altro, così viene scacciato da un solido che in essa si scioglie; e conclude che le soluzioni dei solidi, quelle dei liquidi, gli assorbimenti dei gas operati tanto dai liquidi, quanto dai solidi porosi, non altro in fondo sono che lo stesso fenomeno. Termina questo articolo il nostro autore parlando dell'assorbimento dei liquidi e dei vapori, operato dai solidi non che dai liquidi stessi. Quindi trova luogo a dire dei sali detti *deliquescenti*, e di quelli detti *efflorescenti*; non che dei corpi *isomerici*, vale a dire di quei corpi che in talune circostanze variano certe loro proprietà fisiche o chimiche, ritenendo la stessa composizione chimica; come i due ossidi di stagno, l'acido cianico, e l'acido fulminico, il fosfato di soda ordinario, e quello calcinato, il cianogene, l'albumina, la materia colorante del sangue, la fibrina, ec. Se il peso atomico di un medesimo corpo può variare modificandosi lo stato fisico del corpo stesso, come sembra potersi dedurre dalle ultime ricerche fatte dal signor cav. Avogadro sul calorico specifico dei corpi, forse in ciò si avrebbe una plausibile spiegazione dell'*isomerismo*, e forse più soddisfacente di quella comune-

mente adottata. Consiste questa nel supporre che tali fenomeni dipendano dall' affinità, la quale ridestata, diciam così, in talune circostanze, avvicina maggiormente gli elementi già congiunti di quei corpi dotati d' isomerismo.

Ne' seguenti articoli passa l'autore a dire, con brevità sì, ma sufficientemente, dei *metalloidi*; e nel capo duodecimo, rifacendosi ancora un poco sopra queste sostanze non mai scomposte, osserva primieramente, che non ad ognuna di esse conviensi egualmente il nome di metalloide, cioè somigliante ai metalli, poichè l'ossigene, l' idrogene, ec. non sembra che abbiano con quelli analogia veruna. Osserva inoltre riepilogando, che tre delle sostanze reputate semplici non si sono mai rese liquide, o volatili, neppure col più forte calore, e sono il carbonio, il boro, ed il silicio; che due delle medesime, cioè il iodo e lo zolfo, solide alla ordinaria temperatura, facilmente divengono liquide o acree; che il bromo è liquido alla temperatura ordinaria: che l'ossigene, l' idrogene, il nitrogene ed il cloro sono acrae, solo quest' ultimo non ha guari è stato reso liquido con la pressione; che il nitrogene, il fosforo, ed il carbonio, formano coll' idrogene degli alcali, o almeno dei corpi che si accostano ad essi; che il boro ed il silicio non sono stati finora combinati all' idrogene; che il cloro, il iodo, il bromo, ed il fluore, hanno fra loro molta relazione per le proprietà chimiche che in comune posseggono, come ancora che le combinazioni formate da questi quattro corpi sono isomorfe; finalmente che il nitrogene e il fosforo hanno pure fra loro grande analogia, e similmente il boro ed il silicio. Nel capo XIII riferisce alcuni cenni sui metalli, e da ultimo nel capo XIV parla brevemente dei composti non organici, quindi dei vegetabili, e finalmente degli animali; e termina

il primo tomo (1) di queste istituzioni fisico chimiche con una tavola ben copiosa del peso specifico di varie sostanze fra solide, liquide, e fluido-elastiche.

P. Volpicelli

---

(1) Sono usciti alla luce il II tomo e la parte prima del III, ed è sotto i torchi la parte seconda di questo, con la quale terminerà l'opera.

*Sulle istituzioni fisico-chimiche del p. Pianciani, con parecchie riflessioni, specialmente sulla economia del combustibile, sulla ebullizione, sulla utilità delle macchine, sull' igrometro a capello, sulla combustione, e sul calore animale.*

## ARTICOLO IV.

Continuando a discorrere sulle istituzioni fisico-chimiche del ch. p. Pianciani, eccoci giunti al terzo libro delle medesime, del quale parleremo rilevando le principali materie in esso contenute, ed accompagnandole con acconcie riflessioni, come già praticammo ne' precedenti articoli sulle istituzioni stesse da noi pubblicati nel presente giornale.

I fenomeni de' quali abbiamo fin' ora parlato, dice il nostro autore, sono quelli che si spiegano solo con la presenza di corpi pesanti e coercibili: dobbiamo parlare adesso di que' fenomeni, che sogliono spiegarsi con la presenza di sostanze imponderabili, incoercibili, eteree. La comune de' fisici suole annoverare quattro sostanze di questa specie, cioè il calorico, la luce, il fluido elettrico, ed il magnetico. Però alcuni moderni, con assai di probabilità, pensano che a dichiarare i fatti relativi alle quattro nominate sostanze, basti supporre la esistenza di un solo imponderabile principio, diffuso per l'universo. In questo libro pertanto riunisce l'autore lo studio del calorico, dividendo la materia in due sezioni; la prima delle quali chiama *pirostatica*, perchè riguarda principalmente lo studio del calorico, in quanto esiste ne' corpi pesanti, ed in essi produce il cangiamento di volume, di stato ec.; la seconda *piro-dinamica*, perchè riguarda il calorico raggiante, e la luce. Non possiamo abbastanza commendare questa divisione, e que-

sta denominazione di parti, adottata eziandio dal sig. Ampère. Infatti niente meglio conviene alla dottrina degl' imponderabili, di quello sia la divisione stessa, ritenuta nella scienza delle forze: poichè l'equilibrio ed il moto sono le più semplici espressioni alle quali si riducono sempre i fenomeni tutti della natura, quando sono stati bene studiati e conosciuti, certo essendo essere l'equilibrio ed il moto il fenomeno universale; lo che viene sempre più dimostrato dalle successive scoperte, che nei diversi rami della scienza fisico-chimica si fanno, e specialmente in quelli al calorico, alla luce, ed all' elettrico appartenenti.

Il calorico produce le sensazioni del calore, e dilata i corpi, come da ben cognite e numerose sperienze si dimostra. Il secondo di questi effetti si determina cogli esperimenti e col calcolo: il primo non può misurarsi, ma solo apprendersi, perchè consiste in un giudizio dell' anima nostra, che nelle diverse circostanze afferma una verità relativa ed individuale, non assoluta ed universale. Allora noi giudichiamo caldo o freddo un corpo, quando la sua temperatura è maggiore o minore di quella della parte del nostro corpo che lo tocca. Dunque la temperatura, che sentiamo nel nostro corpo, è il mezzo col quale giudichiamo della temperatura degli altri. Dunque tali giudizi non possono essere paragonabili fra loro, perchè hanno un termine di confronto variabile, e dipendente da elementi mutabilissimi, come sono lo stato fisico di chi giudica, le abitudini del medesimo, ed altre simili circostanze. Se immergiamo, dice l'autore, a un tempo nell' acqua tiepida le due mani, dopo averle tenute una sulla neve, l'altra all' azion del fuoco, la prima ci farà giudicar calda, e la seconda fredda quell' acqua. Il giudizio poi che si riferisce alla diversità di temperatura di due corpi, dipende dal ricever noi o ce-

dere calorico più all' uno che all' altro dei medesimi; dal che solo consiegue essere il corpo, da noi giudicato più caldo o più freddo dell' altro, quello che in temperatura più differisce dalla parte del nostro corpo che lo tocca.

Le cagioni, o, che è lo stesso, le sorgenti del calorico sono; 1° le operazioni chimiche; 2° le correnti elettriche; 3° certi cambiamenti di stato della materia; 4° alcune operazioni meccaniche. Il sole e gli altri corpi celesti, il contatto de' corpi caldi, ed il raggiamento calorifico de' medesimi, sono pur esse cagioni o sorgenti di calorico: ma secondo l'autore probabilmente lo sono in modo secondario, e non come le quattro sorgenti sopra enunciate, dalle quali pare ad esso non potersi uscire, quante volte si voglia una fisica e soddisfacente ragione della produzione del calorico, sia nel sole, sia negli animali, sia nell' interno del nostro globo. La seconda delle sopra enunciate sorgenti è serbata al quarto libro di queste istituzioni. Parlasi ora della quarta, cioè dei mezzi meccanici per l'eccitamento del calorico, e poi si prosiegue ne' capi seguenti a dire della terza, e della prima.

E qui dobbiamo notare che l'ordine, col quale si sono quelle cause enunciate, dipende dalla efficacia loro maggiore o minore nella produzione del calorico: che l'ordine seguito nel trattare singolarmente ognuna delle medesime, dipende dalla materia e dal modo, col quale deve questa esporsi nelle istituzioni di che stiamo ragionando.

Lo stropicciamento eccita calore: i legni, i metalli, e tutti i solidi si riscaldano con questo mezzo, ed alle ruote spesso si appicca il fuoco pel soverchio stropicciare della superficie concava della conocchia sopra la convessa dell' asse: due pezzi di ghiaccio, asserisce Davy, stropicciati fra loro, si fondono

nel luogo dello stropicciamento, ad una temperatura cui non si discioglie il giaccio medesimo. Il raschiare e limare la superficie di un corpo produce più calorico del semplice stropicciare. Qui ha luogo la spiegazione ben cognita dell' ordinario fenomeno dell' acciarino, che percotendo la pietra focaja, viene dalla medesima raschiato, per cui si separano delle particelle di ferro abbastanza riscaldate per combinarsi coll' ossigene dell' atmosfera, e produrre il fuoco.

Alcuni fisici hanno negato allo stropicciamento ed al trituramento il potere di elevare direttamente la temperatura, e Berthollet ripeteva dalla condensazione il calorico sviluppato in tali casi. Però dalle sperienze di Rumford risulta, che la densità della limatura di bronzo non differisce punto da quella del metallo stesso. Altri hanno ripetuto questo eccitamento di calorico dall' azion chimica dell' ossigene sul metallo stropicciato. Però dalle sperienze di Davy risulta che un disco di metallo si scalda per lo stropicciamento nel vuoto pneumatico, benchè posto sopra un disco di ghiaccio dal quale non poteva ricevere calorico; e Pictet osserva che nel vuoto il calorico è con maggior efficacia dallo stropicciamento eccitato. Altri finalmente, come Prevost, Henry, Breislak, hanno pensato che dai corpi vicini passasse il calorico nel corpo stropicciato o raschiato. Però il Volta ragionevolmente si oppone a ciò, dicendo che se così fosse, i corpi contigui a quello che nelle indicate operazioni meccaniche si scalda sarebbono freddi, ed invece son caldi, e lo sono per quel corpo stropicciato o raschiato, il quale certo li raffredderebbe se sottresse loro il calorico. Conclude perciò l'autore col sig. Pouillet, che le quantità di calorico prodotte dall' attrito, e dalla separazione di molecule, sono spesso tanto considerabili, da doverne attribuire almeno una parte ai moti vibratori delle molecule stropic-

ciate, come da Rumford e da vari altri fisici si ritiene. Entra qui l'autore nella questione che tanto a' giorni nostri occupa le menti de' fisici, in quella cioè *se il calorico sia o no una sostanza*. Le sperienze di Rumford, nelle quali si osservano torrenti inesausti di calorico spandersi per ogni dove, senza intermittenza, e senza diminuzione per parte della sorgente da cui derivano, come appunto vediamo avvenire del suono: le sperienze di Mongolfier, con le quali provò questi che un cannone si riscalda più per una scarica, che se fosse riempito di carboni candenti per un tempo decuplo di quello della scarica medesima; ed altri simili fatti, hanno determinato parecchi fisici, tra' quali Despretz, a riguardare il calorico qual risultamento di un moto vibratorio nelle molecule de' corpi che lo comunicano, anzichè riguardarlo come una sostanza materiale. Considerando i moltiplici fatti, sembra doversi concedere che l'aumento solo di moto può notabilmente innalzare la temperatura, e sembra eziandio che il moto solo delle molecule può senza più spiegare il calorico che trovasi ne' corpi e che li riscalda. Adunque la sentenza sulla materialità del calorico dipenderà dal vedere se i raggi solari, e gli altri che riscaldano i corpi, sieno una effusione di materia versata dai corpi più caldi ne' meno caldi, o una comunicazione di moto da corpo a corpo, mediante l'etere; perciò dipenderà la sentenza medesima dallo studio de' raggi calorifici ossia de' fenomeni pirodinamici. Quante volte poi da siffatto studio risultasse dimostrata la materialità del calorico, dovrebbe sempre ritenersi per vero *che il calore si eccita eziandio dal moto moleculare senz' altro*: ciò non opponendosi alla materialità del calorico. Quindi è che si dovrebbe adottare la dottrina già tenuta dal Galilei, cioè che gli effetti del calorico dipendono dalla sua quantità e dalla sua velocità, e che perciò sono in ragion composta di

queste due circostanze. Quelli che dopo il Galilei attesero in Italia agli studi sperimentali, seguirono questa sentenza, che fu tenuta eziandio da Volta, da Le Sage e De Luc. La materialità del calorico sarebbe tosto dimostrata, se costasse in qualche modo del suo peso. Fra le molte sperienze istituite a questo fine, le più accurate son quelle che lasciano in forse lo sperimentatore; però dalle medesime si può concludere, che il calorico nello stato di sua maggior condensazione è sì raro, che ci sforzeremmo in vano di conoscerne il peso. Eccoci al capo terzo, ove della temperatura e del calorico specifico. Il calorico che è nei corpi, tende a diffondersi negli altri che sono a quelli vicini. La quantità della tensione costituisce la *temperatura*; e questa tende ad equilibrarsi nei corpi, lo che avviene tanto più facilmente, quanto maggiore è il contatto fra i medesimi. Però nella maggior parte dei casi le variazioni di temperatura, che producono questo equilibrio, non sono le stesse, poichè la diversa costituzione atomistica dei corpi richiede, che sieno anche diverse le quantità di calorico necessarie a produrre in essi la medesima temperatura. Quindi è che si è detto *calorico specifico* di un corpo il calorico necessario, affinchè l'unità di peso del corpo stesso cangi di un grado la sua temperatura. E qui cade in acconcio avvertire, che quella parte di calorico ricevuta da un corpo nel conseguire una qualunque temperatura dicesi *calorico latente*; faremo però in seguito notare coll' autore la inesattezza di questa denominazione, che però giova conoscere, perchè dalla comune dei fisici adottata. Quindi è che il calorico specifico differisce dal calorico così detto latente per questo solo, cioè perchè il primo si riferisce ad un sol grado di temperatura ed alla sola unità di massa o di peso, mentre il secondo si riferisce alla total temperatura, e massa del corpo stesso.

Molto i fisici, e specialmente i moderni, si sono occupati per determinare i calorici specifici delle sostanze, determinazione che oggi assaissimo interessa pei progressi della fisico-chimica razionale. Il più comune dei metodi adoperati a tal uopo è quello dei mescolamenti, nel quale si usa del principio che a masse uguali i calorici specifici sono in ragion inversa delle variazioni di temperatura. Di questo metodo ha fatto uso con molta diligenza il cav. Avogadro, della cui recente *Mem. sui colori specifici de' corpi* dà notizia il nostro A. nelle *aggiunte* all' ultimo tomo. L'altro è quello inventato da Lavoisier e Laplace, mediante l' istromento detto *calorimetro*, nel quale si usa del principio che i calorici specifici de' corpi, a pesi e temperature uguali, sono in ragion diretta delle quantità di ghiaccio fuse dai medesimi, per ugualmente diminuire la loro temperatura. Noi con un articolo inserito nel tomo LX di questo giornale abbiamo esteso gli usi di questo istromento, ed abbiamo determinate le formule per calcolarne i risultamenti. Un terzo metodo è quello inventato da Mayer, migliorato da Leslie, adoperato da Despretz, e perfezionato da Dulong e Petit. Posa questo sul principio confermato dall' esperienza, cioè che due superficie uguali, ed ugualmente atte a radiare il proprio calorico, cioè della stessa natura e dello stesso pulimento, perdono in ugual tempo la stessa quantità di calorico, se trovinsi alla medesima temperatura. Similmente il metodo del riscaldamento può servire anch' esso alla determinazione di cui si tratta, secondo il principio che dei corpi i quali ricevono in egual tempo la stessa quantità di calorico, quello la cui temperatura meno s'innalza possiede maggior capacità pel medesimo.

Molti anche sono i metodi proposti dai fisici per la determinazione dei calorici specifici dei gas. Uno

avvene inventato dai sigg. Laroche e Bernard, mediante il calorimetro di Rumford; ed un altro devesi al signor La Rive. Il sig. Dulong ha studiato il calorico specifico dei gas in due modi egualmente ingegnosi, e del tutto variati da quelli ora enunciati. E' fondato il primo di questi sulla teorica delle velocità del suono, e sulle sperienze dallo stesso Dulong istituite sopra la velocità medesima nei diversi gas. Il secondo, tutto proprio dei vapori, dipende dall' assorbimento di calorico che ha luogo nel passaggio dei liquidi allo stato elastico, mediante una diminuzione di pressione. E qui dobbiamo riflettere che qualunque sia il metodo seguito per determinare il calorico specifico dei gas, certo è che siffatte determinazioni conducono ad un importantissimo risultamento, cioè che i gas semplici hanno ad egual volume e ad egual pressione, la stessa capacità pel calorico. Si veda l'ultima mem. de' sigg. De la Rive e Marcet (Bib. univ. 1834 juillet) citata pure dal nostro A. nelle *aggiunte*.

Non possiamo dispensarci di osservare finalmente che le conseguenze dedotte dalle determinazioni in proposito, qualunque sia il metodo per esse adoperato, non sono così rigorose come si vorrebbero, poichè sono al tempo stesso dipendenti dal calorico sprigionato per la condensazione, e da quello abbandonato pel raffreddamento del corpo sul quale si sperimenta. Quindi è che i corpi, di qualunque stato e natura essi sieno, entrano in esperienza con densità minore di quella che hanno quando n'escono. Questa complicazione, come ognuno vede, si rende indispensabile per qualunque corpo, e se l'errore da essa prodotto nei solidi e nei liquidi volesse mai stimarsi poco apprezzabile, per la tenue variazione di volume che i medesimi fanno nel raffreddarsi, apprezzabilissimo dovrà reputarsi nei fluidi elastici. Per evitare questo er-

rore bisognerebbe poter osservare quelli effetti separatamente ; bisognerebbe , parlando de' fluidi elastici , prima determinare la quantità di calorico sviluppata da ciascun gas nel raffreddarsi in uno spazio dato, e per conseguenza in un volume costante : poi la quantità di calorico sviluppata dallo stesso gas nel cangiar di volume, rimanendo costante la sua temperatura. Fino ad ora non sono state fatte sperienze dirette a questo fine, ed i metodi proposti per la determinazione de' calorici specifici, sono più o meno tutti affetti dalla suddetta specie di complicazione. Solo il metodo praticato da Dulong , per determinare il calorico specifico dei vapori, offre i suoi risultamenti non affetti dalla riferita sorgente d'inesattezza. Sommamente interessar deve le scienza fisico-chimica , e specialmente la teorica degli atomi , il poter determinare a parte i due citati effetti, giacchè i medesimi separatamente considerati, possono spargere nuova luce sull' intima costituzione de' corpi.

Abbiamo già osservato nel terzo articolo di questo estratto, che i corpi semplici, specialmente metallici, se hanno egual peso , la capacità loro pel calorico è direttamente proporzionale al numero degli atomi che racchiudono. Inoltre si è trovato con accuratissime sperienze , che la capacità pel calorico cresce sensibilmente, aumentandosi la temperatura , come giustamente osserva il nostro A. In fine De la Rive e Marcet hanno dedotto dai loro sperimenti che tutti i gas semplici, e alcuni de' composti , in parità di circostanze, hanno la medesima capacità pel calorico, e che questa cresce nella massa di un gas allorchè la medesima si dilata. Da tuttociò conclude il nostro autore un principio, dal quale dipende il più o il meno di capacità pel calorico nei corpi , variando il volume o lo stato dei medesimi. Questo principio è , che in una data sostanza la capacità pel calorico sie-

gue la ragione direttamente composta del numero degli atomi, e della distanza mutua dei medesimi. Vi possono essere delle obbiezioni a questa legge, riferendola ai corpi tanto semplici quanto composti : ma trattandosi di una medesima sostanza, non può, come giustamente riflette l'A., patire veruna eccezione. Da ciò siegue che se i corpi si rarefanno per tutt' altro fuorchè per aumento di calorico, diminuirà la temperatura dei medesimi, appunto perchè aumenta la capacità loro, e similmente condensandosi, avverrà il contrario. Se poi la rarefazione avvenga per aumento di calorico, e la condensazione per emissione del medesimo, il corpo dovrà riscaldarsi meno nel primo caso, e meno raffreddarsi nel secondo, di quello che se all'aumento ed alla emissione stessa non seguisse rarefazione e condensamento. Ciò è confermato dalla sperienza ; e deve osservarsi che nella rarefazione dell' aria sotto la campana della macchina pneumatica, l'abbassamento del termometro in parte devesi alla rarefazione del fluido aereo, ed in parte al rilassamento del vetro del termometro per la diminuita pressione, che per ogni lato lo costringeva.

Entrando a parlare dell'alterazione di temperatura dovuta alla mutazione di stato, l'autore si esprime così: ,, Ci si offeriscono quattro distinti fenomeni; cioè 1, l'abbassamento di temperatura nella liquefazione de' solidi : 2 l'innalzamento di essa nel consolidamento de' liquidi: 3 l'abbassamento della medesima nel passaggio de' liquidi o dei solidi allo stato aereo : 4 il suo innalzamento nel passare dei fluidi elastici allo stato liquido. Il primo di questi fenomeni è confermato dalle sperienze di Lavoisier, Laplace, Black, Landriani, e di altri ; dalle quali si osserva che i solidi struggendosi assorbono il colorico senza punto variare la temperatura loro. I corpi, su i quali siffatte sperienze furono eseguite, sono il ghiaccio, il se-

vo, l'allume, il nitrato di potassa, il zolfo, il bianco di balena, il piombo, la cera, lo zinco, lo stagno, il bismuto, e vari altri metalli. Si è pure osservato che questo *calorico di fluidità* varia in ciascun corpo; e perciò Irvine padre e figlio hanno a tal uopo formata una tavola di confronto, che però sarebbe necessario rendere più accurata, ed estendere a un maggior numero di solidi. Il fenomeno di cui parliamo è suscettibile di varie applicazioni, che interessano le scienze non meno che la vita civile. In fatti mescolando fra loro alcune sostanze solide, o due di queste con un liquido, spesso la mischianza diviene totalmente liquida, e nel divenir tale produce un abbassamento di temperatura più o meno grande. Lo struggersi dei solidi proviene in questi casi dall' affinità chimica, la quale però non è tanto energica da eccitare una quantità di calorico uguale o maggiore di quello assorbito dai solidi liquefatti. Così, acido solforico allungato, e neve, produce un abbassamento di temperatura $= -30°$ R; ma se la neve sia poca, la temperatura del miscuglio invece si eleverà pel calorico sviluppato dall' affinità chimica dell' acido per l'acqua; onde fa d'uopo che in tali mescugli, così detti frigorifici, la quantità delle sostanze che si debbono liquefare non sia tanto poca, da produrre invece dell' abbassamento di temperatura l'innalzamento della medesima. Mischiando neve e idroclorato di calce, può arrivare il raffredamento a $- 40°$ R, e si può avere la congelazione del mercurio. Walker avendo prodotto una temperatura di $-55°$, 65. C, espose il corpo così raffreddato ad un miscuglio di neve, e di acido solforico allungato, ed ottene la temperatura di $-68°$, 33. C., che è la più bassa finora prodotta dall' arte. "

Farenhait fece varie sperienze sull' abbassamento di temperatura, prodotto dai miscugli frigorifici; altre ne fecero Walker e Lowitz: ond' è che sono state

redatte delle tavole per questi miscugli, e pel corrispondente loro abbassamento di temperatura. Il calorimetro di Lavoisier è un applicazione anch' esso del fenomeno di cui abbiamo finora parlato. Osserva il nostro autore di passaggio, che questo istrumento può servire a determinare il calorico sviluppato dalla combustione e dalla respirazione; ovvero più generalmente dalle combinazioni chimiche; e riferisce che a tal uopo si aggiungono al calorimetro stesso due tubi, uno de' quali conduca nell' interno del medesimo l'aria che bisogna per le nominate operazioni, l'altro faccia escire quella che ad esse ha servito. L'applicazione di questo secondo tubo, comecchè sia proposta da qualche autore gravissimo, per dar esito ai prodotti aerei della combustione, che impedirebbero con la presenza loro i progressi della medesima, a noi sembra essere cagione di non lieve inesattezza nei risultamenti di siffatte sperienze. Giacchè per tal modo si disperderà non poco di quel calorico che dovrebbe pur servire alla liquefazione del ghiaccio. Pare adunque, se mal non ci opponghiamo, che l'uso di questo secondo tubo nuoca piuttosto alla giustezza dei risultamenti, e che perciò si debba praticare solo quello destinato alla introduzione della nuova aria nel calorimetro, attendendo lo spegnersi della combustione per l'azione contraria de' suoi prodotti, e l'abbassamento di questi alla tempetatura di 0°, prima di raccogliere la quantità di ghiaccio fuso in tale operazione. Inoltre a valutare con esattezza la quantità di calorico sviluppato, in questo fenomeno, fa d'uopo conoscere principalmente i pesi delle sostanze che hanno bruciato nel calorimetro, e generalmente parlando non potranno conoscersi fuorchè per mezzo dei prodotti della combustione medesima. Ognun vede chiaro quanto necessiti raccoglier questi scrupolosamente,

e perciò quanto si opponga alla verità dei risultamenti l'uso di quel secondo tubo, pel quale dovrebbero i prodotti medesimi prontamente disperdersi. Quello che abbiamo detto per determinare il calorico sviluppato nella combustione, facilmente s'intende convenire del tutto alla determinazione del calorico sviluppato nella respirazione ; quante volte gli animali si obblighino a respirare nell' interno del calorimetro a ghiaccio, convenientemente ridotto all' uopo.

L'autore dopo riportate le sperienze per dimostrare che la temperatura s' innalza nel passaggio dei liquidi allo stato solido, e che si abbassa nel passaggio dei medesimi allo stato fluido elastico, non omette le applicazioni che di questo fenomeno possono utilmente farsi nella vita civile. Ed in fatti la congelazione dell' acqua e del mercurio può mediante l'evaporazione ottenersi. Così posto sotto la campana pneumatica un vasellino di acqua, entro un altro maggiore, contenente acido solforico, e fatto il vuoto, l'acqua evapora prontamente, i vapori sono avidamente assorbiti dall' acido stesso, e si ottiene tale raffreddamento che quella si gela. Altrettanto avviene del mercurio, se l'esperienza si accompagni con le dovute cautele. Il prof. Configliacchi, essendo la temperatura dell' aria a + 20°. C, pervenne ad abbassarla fino a - 41°, 25. C; e sostituendo l'etere solforico all' acqua, ottenne in meno di 15' la congelazione del mercurio, che restò solido più di 4', e divenne frangibile, facendo al tatto sperimentare una sensazione di bruciore. Il rinfrescarsi delle strade, delle camere, delle frutta, dei liquori ec. dipende dal passaggio dell' acqua allo stato di fluido elastico. I liquidi, nei vasi detti buccheri e *alcarazas*, conservano una temperatura inferiore di alcuni gradi a quella dell' aria circostante: perchè fatti questi di terra porosa, lasciano trapelare il contenuto liquido alla esterna loro superficie, dove copiosamente si evapora.

A questo modo potrebbe ognuno , senza il consumo della neve, procurarsi nella stagione calda delle bevande sufficientemente rinfrescate.

Parla dopo ciò l'autore della ebullizione dell'acqua, ed osserva , che sebbene si alimenti sempre più il calorico del vaso che la contiene, tuttavia la temperatura della medesima, ed in ispecie quella del vapore sviluppato da essa , rimane costante , e solo questo romperà in maggior copia dalla superficie dell' acqua che bolle. Dunque allorquando il combustibile è bastante a mantenere l' ebullizione dell' acqua, sarà inutile accrescerlo per volere aumentare la temperatura dell' acqua stessa, che sensibilmente rimane sempre ai 100°, C. Questa conseguenza tratta dall' esposto fenomeno , forse il più frequente nella vita sociale, deve molto apprezzarsi, perchè risguarda l'economia del combustibile tanto pregevole per ogni nazione.

E qui cade in acconcio riflettere alcun poco sulla necessità ed utilità di questa economia , dalla quale strettamente dipendono gl' interessi sociali, perchè l'industria , unica ed assoluta ricchezza dei popoli , trova in quella come prosperare e dilatare i suoi confini. Gl' illuminati governi mostrarono pieno convincimento di questa verità quando côn provide leggi promossero la coltura dei boschi , e la riproduzione dei medesimi , e quando animarono e favorirono lo scavo delle miniere di carbon fossile. Volgasi uno sguardo sull' attuale stato dell' Inghilterra , e vedrà ognuno che una delle principali sorgenti d'industria in essa è l'abbondanza della materia che somministra il fuoco. A questo bene furono diretti gli sforzi di quei dotti fisici, che procurarono di ottenere dal combustibile il massimo effetto, profittando di tutto il calorico sviluppato dalla combustione; fra i quali più d'ogni altro si distinse il conte di Rumford col trovato di quei fornelli , che il no-

me ricevono dall' inventore loro. Il risparmio del combustibile è prezioso pel povero ; e se taluno lo stimerà spregievole per l'economia del ricco, certo dovrà riconoscerlo di gran momento per l'economia pubblica. Ma potrebbe obbiettarsi: A qual pro questa economia ? Il povero ha sempre vissuto senza di essa , e la legna non ha mancato mai al comune bisogno. Il diminuito consumo di questo combustibile diminuirebbe proporzionalmente la circolazione di quel danaro che dal traffico di esso proviene , e la sua ridondanza avvilendone il prezzo , recherebbe pregiudizio almeno agli abitanti del contado , che in gran parte sostentansi pel commercio di questo genere. Noi per conoscere la insussistenza di questa obbiezione riflettiamo primieramente che il risparmio della legna è necessario dove la medesima scarseggia , ed è utilissimo dove abbonda. Imperciocchè nel primo caso la diminuzione del consumo compensando la scarsezza di quel genere , non permetterà che il suo prezzo si aumenti di troppo : nel secondo il suo risparmio diverrà sorgente di nuova ricchezza , giacchè potrà in esso aversi una profittevole merce di cambio. Inoltre gl' impieghi moltiplici della legna , sia in costruzioni di ogni sorta, sia in alimentare le fabbriche *ignivore*, preziosissima rende in qualunque luogo la sua economia. Perciò la legna che verrebbe a risparmiarsi non potrebbe riesciere sterile , nè agl' interessi contraria degl' individui che ne fanno commercio. Le nuove manifatture che questo risparmio introdurrebbe, nelle quali la materia del fuoco è il principal mezzo, farebbe sì che lo smercio della legna crescesse con vantaggio di chi ne traffica, e che la sfera industriale dilatasse i suoi confini, e procacciasse nuovi guadagni alla popolazione. Ma si potrebbe supporre in via di obbiezione , che l' impiego riproduttivo del risparmio annuo di legna non abbia luogo. Noi

rispondiamo che in tal caso, presso che impossibile ad accadere, non mancherebbe il vantaggio della privata economia. Imperocchè se il numero degli offerenti di legna rimarrà lo stesso, diminuirà il prezzo di quella, e perciò spenderà il consumatore una parte di quello che prima spendeva: se poi diverrà minore il numero degli offerenti stessi, rimarrà presso che inalterato il prezzo della legna, ed il consumatore, atteso il risparmio, spenderà meno per essa. Le persone ritiratesi per necessità da quel genere di traffico, si dirigeranno ai nuovi lavori, e riempiranno i vuoti della coltivazione. Finalmente avuto il riguardo alla crescente popolazione, l'eventuale aumento della medesima ritroverebbe nel cumulato risparmio un fondo di materia da fuoco, che basterebbe ad allontanare il timore della crescente inopia boschiva. Le moltissime piante sottratte ogn' anno alla scure, potrebbero considerarsi qual indiretto tacito mezzo d'imboschimento, tendente a favorire in una maniera nuova l'economia forestale, ed insieme l'interesse privato.

Noi non diremo già come un certo autore tedesco, che la fine del mondo sarà prodotta per la mancanza del combustibile, essendo troppo evidente l'assurdità di questa proposizione, tanto considerando i nuovi mezzi che le scienze apprestar possono a produrre la combustione, come nell' Inghilterra è avvenuto pel ritrovamento delle miniere di carbon fossile, quanto considerando la variabilità somma ed incertezza dei dati, dai quali deve l'autor tedesco esser partito per voler provare quella sua proposizione. Nè avverrà la fine del mondo, a parer mio, per la mancanza del principio eminentemente comburente, l'ossigene, come qualche altro autore parimente tedesco pretende. Forse questi considerando che tutti gli animali consumano incessantemente nell' atto della respirazione uno solo dei

principj che respirano, cioè l'ossigene, ed inoltre che questo medesimo è l' unico alimento alla ordinaria combustione; che non arde una candela, una lampada, una lanterna se non a spese di questo gas; che finalmente l'ossigene ha una parte principalissima nella vegetazione; si sarà fatto lecito supporre che l'atmosfera coll' andar tempo varii sensibilmente nella sua composizione, e quando che sia, tornar possa nociva alla respirazione, e che allora ogni animale sarà di necessità spento, ed il mondo finito. Noi crediamo che il mondo finirà, ma nè per mancanza di fuoco, nè per mancanza di fiato; giacchè l' ossigene speso nelle operazioni sopra indicate non già ritorna nel niente, da dove fu estratto per infinita potenza, ma solo si trasforma in altro corpo, e vi rimane con la tendenza a ricomparire nella sua relativa semplicità, tosto che la natura glie ne agevoli la via; lo che certamente avviene in mille guise, senza che noi lo avvertiamo. Quindi è che, seguendo, l'ordine naturale, possiamo con molta ragione ritenere, che l' ossigene scomparso per certe operazioni, ricomparisce per certe altre; tal che vi abbia in natura un perfetto compenso fra il consumo e la riproduzione di questo principio vitale. Quelle fisiche rivoluzioni, dalle quali fanno taluni geologi dipendere la fine del mondo, non saranno sembrate forse all' autore tedesco bastanti alla completa fine di cui si tratta, perchè od onta della immensa loro estensione, lasciar potrebbero qualche via di salvezza per quegli individui, che si trovino in qualche favorevole situazione. E certo la mancanza del respiro ammazzerebbe tutti, ed in pochi minuti: e sfido a trovare un mezzo più pronto e più sicuro di quello felicemente immaginato dell' autore tedesco per vedersi bene in due battute di tutto il genere umano; nè le

zone ghiacciate del polo, nè le ardenti regioni dell' equatore, nè l'interminabile oceano, nè le pianure sì prodigiosamente elevate dell'Asia, o dell'America, nè le nevose cime delle Cordelliere e dell' Himalaya, potrebbero in tal evento servire per ischermo a chicchessia. Ma lasciando stare la causa per la quale il mondo avrà termine, ciò che dobbiamo ritenere per certo si è, che senza il risparmio della materia combustibile una gran parte dell' attuale industria, che da fabbriche ignivore ha origine, verrebbe a mancare.

L'economia del combustibile per tanto deve riguardarsi come utilissima e favorevole agl' interessi nazionali, ed i mezzi per procacciarla consistono non solo nel mantenere la ebollizione col meno possibile di fuoco, ma eziandio nel procurare che i fornelli adoperati per ciò abbiano la forma prescritta dalle fisiche dottrine, che riguardano questo argomento. Teterminéremo questa disgressione facendo riflettere, che per assegnare l'utile reale prodotto dal risparmio del combustile ottenuto per qualsiasi mezzo, fa d'uopo escludere dal calcolo le famiglie contadinesche, e limitarsi a quelle sole stabilite in città. Poichè sebbene un focolare agreste il triplo consumi della legna di un focolare civile; nondimeno il contadino, che per questo genere non conosce nè dispendio nè scarsità, che nell' educar le piante arbitro si tiene della loro distruzione, che nelle lunghe sere d'inverno attorniato dal fumo e dalla rustica sua prole, ama scuotere le brage e frugar tra le fiamme del suo rozzo ma vivo focolare, di mal animo rinuncerebbe a queste per lui comode abitudini, per l'economia di una materia, che pronta sempre al suo bisogno ritrova. Per calcolare adunque il risparmio prodotto dall' economia del combustibile in una popolazione, fa d'uopo detrarre da questa il ceto con-

tadinesco e la classe dei veri mendicanti, senza casa e cucina, pei quali non può aver luogo quel risparmio, e poscia dividere la residual massa della popolazione in famiglie, ognuna di cinque individui; e si avrà così una giusta base per determinare numericamente i rapporti economici sulla economia in discorso.

La temperatura s'innalza nel liquefarsi dei fluidi elastici. Il vapore dell' acqua bollente, traversando una massa di acqua fredda, la riscalda più di quello farebbe se in essa s' infondesse pari quantità d'acqua con la temperatura del vapore stesso; e si è sperimentato che il calorico, emesso dal vapore nel passaggio per una data quantità d' acqua fredda, sta a quello che fonde un' egual quantità di ghiaccio, come 7,166: 1, ed a quello che riscalderebbe di 1° una egual quantità di acqua, come 537,5: 1. Si deve da ciò concludere che il calorico necessario a fondere una data quantità di ghiaccio, è d' assai maggiore di quello necessario a riscaldare di 1° una egual quantità d'acqua. Fa osservare l'autore che la più parte de' fisici, per ispiegare i fatti derivanti a guisa di corollari dalla dottrina della capacità dei corpi pel calorico, ricorrono al così detto *calor latente*, supponendo cioè che il calorico entrando in un corpo si divida in due parti, una *sensibile*, l'altra *latente* o *combinata*, secondo che credono questa parte di calorico nascondersi fra le molecole del corpo, o con le medesime combinarsi e neutralizzarsi. Quindi è che nel calor latente o combinato trovano essi la spiegazione del rimanersi, come fa, costante il termometro immerso nei vapori prodotti dalla ebullizione, o nei liquidi prodotti dalla fusione. Egli però non abbraccia veruna di siffatte ipotesi, perchè niuna di esse necessaria, niuna utile, niuna provata. E stando

puramente a quanto dimostrano i fatti ritiene, che la capacità pel calorico si aumenti nel vapore, e che il calorico il quale riempie diciam così questa maggior capacità, non divienga come si crede latente o combinato, ma sia manifesto nel vapore stesso, appunto perchè ne mantiene costante la temperatura, la quale dovrebbe per la evaporazione fortemente diminuire. Quindi è che il calorico nel trasformare un liquido in vapore, non si sottrae alle indicazioni termometriche, anzi con queste si manifesta, perchè impedisce l'enorme loro abbassamento, che per la evaporazione subir dovrebbero. Adunque invece di riguardar come latente quella parte di calorico impiegata alla formazione del vapore, noi la riguarderemo con l'autore come necessaria per l'aumentata capacità calorifica del vapore medesimo, e come causa della sua costante temperatura.

Il potere che hanno i corpi di diffondere gradatamente nella lor massa il calorico, facendolo comunicare da molecula in molecula, più o men presto, più o men copiosamente, dicesi *facoltà conduttrice* dei corpi pel calorico; e questi *buoni* o *cattivi* conduttori si dicono, secondo che agevolmente o no diffondono o ricevono il calorico. Ai primi appartengono i metalli, ai secondi il legno, la cera lacca, le altre resine, il vetro, i cristalli trasparenti, le pietre, il carbone, la paglia, la cenere, il sughero, la carta, il cotone, la seta, le piume, la lava, i fluidi elastici, ec.. Anzi la debole facoltà conduttrice delle lave dei vulcani è tanta, che queste si mantengono liquide internamente, ed ivi conservono per molto tempo un'altissima temperatura; mentre la superficie già solida permette di essere a piedi taversata senza danno. In genere le sostanze animali sono meno conduttrici delle vegetabili. Dalla facoltà conduttrice dei corpi pel ca-

lorico molti usi derivano alla vita civile utilissimi. Uno è il preferire nel verno le stufe di metallo a quelle di majolica, le vesti di lana a quelle di lino; l'altro è l'uso dei manubri di materie mal conduttrici, applicati agl' istromenti metallici, che debbono maneggiarsi assai caldi: il circondare i corpi con due coperture di materia la più acconcia, chiudendo framezzo ad esse dell' aria, i movimenti della quale sieno resi difficili da paglia od altro corpo in filamenti; perciò utile si riconosce nel verno l'uso delle doppie invetriate alle finestre: gl'inviluppi di paglia o di altro simile che impediscono alle piante di cedere troppo calorico ai corpi più freddi, onde così possano vivere anche nel rigor del verno, e fanno che la neve non istruggasi nel fervor della state.

Dopo avere il nostro autore osservato che la velocità, e la copia del calorico che passa da una parte all'altra del corpo pari essendo le circostanze, è in ragione della diferenza di temperatura fra le parti medesime, espone brevemente il metodo semplice ed elegante dell' Ingenhouz, e l'altro del Despretz, coi quali si determina presso a poco il poter conduttore dei solidi; e fa notare che il grado di temperatura, al quale possono giungere i diversi corpi nelle medesime circostanze, può non essere conforme alla velocità, con la quale per essi viene trasportato. Da che la celerità del riscaldamento in un corpo dipende anche dalla capacità del medesimo pel calorico; quindi è che lo stagno, egli dice, può avere siffatta celerità maggiore del ferro, perchè questo ha maggior capacità di quello, ma in fine questo si scaldera più dello stagno. Noi qui ci facciamo lecito osservare, che il determinato riscaldamento nel paragone fra lo stagno ed il ferro, deve supporsi minore della temperatura in cui lo stagno si fonde: poichè se fosse

uguale o maggiore della medesima, non potrebbe istituirsi più con questi due metalli il paragone in proposito, essendo uno di essi liquido, e l' altro solido. Posto ciò, egli è chiaro, che il determinato riscaldamento si conseguirà prima dallo stagno che dal ferro, attesa la maggior velocità con cui si propaga nel primo il calorico ; e perciò non sappiamo vedere come il grado di temperatura al quale possono giungere i diversi corpi , posto che sia inferiore al grado di loro fusione , e poste uguali le altre circostanze, non debba seguire l'ordine come dice l'autore , ovvero la ragione delle velocità con le quali si propaga il calorico per essi. Quello che abbiamo detto dello stagno e del ferro, dicasi anche degli altri corpi ; e saremo indotti a concludere che probabilmente le temperature, alle quali possono giugere i diversi solidi senza liquefarsi , ed a parità di circostanze , sieguono la ragion diretta delle velocità con le quali si propaga il calorico nei corpi stessi, e la inversa delle capacità loro pel calorico; che i tempi decorsi; onde i solidi giungano sotto le stesse condizioni ad una determinata temperatura, seguiranno la ragion diretta delle capacità medesime. L'esperienza potrà facilmente decidere su tale proposizione. La legge, con la quale il calorico si propaga nei solidi, è che le temperature delle varie parti di una barra, esposta per una estremità ad una sorgente costante di calorico , decrescono in progressione geometrica , se le distanze loro dalla sorgente crescono in progressione aritmetica. E qui osserviamo con l'autore che un corpo caldo cede più calorico ad un altro premendolo con questo , di quello sia toccandolo solamente ; che il cominciar più sollecito della fusione non è prova bastante della maggior virtù conduttrice ; che alcune sostanze in certo stato fisico

conducono meglio il calorico se la temperatura è elevata, e che essendo in istato diverso meglio lo conducono se quella è bassa; che i solidi allorchè sono vicini a fondersi diminuiscono la virtù loro conduttrice; che i liquidi sono cattivi conduttori; e che peggiori lo sono i fluidi aeriformi. Il moto così detto idrostatico dei fluidi, e specialmente degli elastici, è la principal cagione che rende facile il diffondersi del calorico per essi, ad onta della debolissima virtù loro conduttrice: dal che dipende il raffreddamento dei corpi caldi che vi s'immergono. La mobilità delle molecule, che si può ragionevolmente presumere maggiore nell' idrogene che negli altri gas, pare che sia la cagione per cui l'idrogene più presto sottrae il calorico ai solidi, mentre per lo contrario l'idrogene percarburato, e massime l'acido carbonico, lo sottraggono men prontamente dell' aria atmosferica. E qui è da osservare che la velocità, con la quale i gas tolgono il calorico ai solidi, non dipende dalla natura di questi; talchè a pari circostanze la palla di un termometro, o sia rivestita di argento, o sia nuda, immersa in un gas meno caldo di essa, perde il calorico con egual celerità. Questo fenomeno è singolare.

Gli effetti fisici del calorico nei corpi, cioè quelli che nè sono chimici, nè fisiologici, si riducono tutti ad uno, cioè ad allontanare le molecule materiali fra loro. Questo allontanamento ora nei corpi produce rarefazione o dilatazione, ora struggimento o liquefazione, ora infine vaporizzazione. In quanto alla dilatazione deve asserirsi appartener la medesima più o meno indistintamente ad ogni corpo: però gli aerei si rarefanno più degli altri, e più regolarmente. Il Volta primo di tutti pose in chiaro la eguale dilatabilità dell' aria comune e del vapore acquoso per eguali

aumenti di temperatura, e stabilì l'aumento di volume per ogni grado R. essere circa $\frac{1}{216}$ di quello che l'aria stessa occupa a 0°; e ciò fra i limiti 0° ed 80°. Gay-Lussac pochi anni appresso tornò su tale argomento, e tenendo conto della dilatazione del vetro, trovò essere quella dell' aria $\frac{1}{213,33}$ del suo volume a 0°, per ogni grado R. Dagli esperimenti poi di Dalton, Dulong, e Petit, si è trovato presso a poco lo stesso risultamento, e si è concluso che i fluidi aereiformi, ancorchè condensati o rarefatti, si dilatano tutti equabilmente ed egualmente per eguali aumenti di temperatura.

Le dilatazioni dei liquidi sono minori di quelle dei fluidi elastici, provando questi l'attrazione molecolare omogenea che si oppone alla forza disgregante del calorico. Quando queste forze sono in equilibrio? Quando risponde il nostro autore, la temperatura del liquido assai dista, e da quella di sua ebollizione, e da quella di sua solidificazione. Da ciò concludiamo, che se questi due limiti distano molto fra loro, come nel mercurio avviene, dovrà la dilatazione del liquido per un buon numero di gradi intermedi ad essi limiti rimanere equabile almeno sensibilmente. La quantità poi di questa equabile dilatazione varierà per ogni liquido, e dipenderà dalla sua densità; crescendo collo scemar di questa, e viceversa, Il mercurio infatti si dilata meno degli altri liquidi, e la quantità di questa sua dilatazione, trovata sensibilmente costante per ogni grado del termometro centigrado, fra i limiti $-36°$ e $+100°$, è di $\frac{1}{5550}$ del suo volume a 0°. Se poi saranno i limiti suddetti

molto vicini, allora le dilatazioni cresceranno più o meno secondo la natura del liquido, partendo dal limite inferiore e procedendo verso il superiore, e viceversa: giacchè la forza disgrante e ripulsiva del calorico, nell' inferiore sarà vinta: ma poi sempre crescendo nel superiore, vincerà quella dell' attrazion moleculare.

Ora vediamo i fenomeni rimarchevoli che in questi due limiti presentano i liquidi. E parlando dell' inferiore, cioè della congelazione, deve osservarsi coll' autore, che l'acqua e parecchi metalli fusi, come il ferro, il bismuto, e l'antimonio, crescono di mole nell' atto di congelare. Non è da credere che tale aumento si manifesti tutto ad un tratto, ma che incominci qualche grado prima della congelazione, e decrescendo la temperatura cresca sempre più, fino a divenir massimo in quella, come appunto confermano le sperienze. La spiegazione che suol darsi della dilatazione dei liquidi alquanto prima che si congelino, e nel congelarsi, specialmente per l'acqua è dipendente, come giustamente riferisce l'autore, dalla forza di cristallizzazione, che in tal' atto opera nei liquidi; ed anche, rispetto all' acqua, dallo sviluppo dell' aria stessa, sciolta in essa prima della sua congelazione. Il punto della massima densità dell' acqua è stato con vari metodi determinato: Hallstrom lo fissa a 4°,1 C., Stampfer a 3°,75 C., e da quaste temperature l'acqua scendendo a quella di 0°, si dilata di un $\frac{1}{10000}$ del suo volume: verso gli 8°,2 C., riprende il volume che aveva a 0°; e crescendo la temperatura cresce il volume con legge sempre accelerata, sino che a 100° C., l'aumento del volume trovasi a un dipresso di 0,0476 di quello a 0°.

Se l'acqua del mare, secondo Herman il giovane,

raffreddandosi diminuisce continuamente di volume fino a gelarsi; e se l'acqua satura di sal comune si dilata sempre più da 0° ai 100° come osservò De-Luc, per qual ragione i ghiacci nei mari trovansi alla superficie dei medesimi? Ciò avviene perchè l'acqua del mare gelando abbandona il sale, e perciò diviene specificamente più leggiera dell' acqua stessa liquida.

Venendo al limite superiore, cioè alla ebollizione, questo è un fatto che dipende da varie circostanze, e si produce quando la temperatura del liquido giunge a tale, che la forza vaporante del calorico supera la pressione dell' aria. Fra le diverse cause, dalle quali dipende lo sviluppo della ebollizione, la pressione atmosferica è la principale: infatti perchè un liquido bolla ad una temperatura più bassa di un' altra, basta diminuire convenientemente la pressione del mezzo in cui deve bollire. Tra i 25 e 29 pollici di pressione la variazione di 1 pollice corrisponde presso a poco alla variazione di 1° C. nell' ebollizione. Tanto meno esatta è questa regola, quanto ci allontaniamo più dai 28 pollici. Non essendo l'acqua bollente in ogni paese egualmente calda, nemmeno sarà egualmente atta per la cottura dei cibi. Secondariamente le diverse soluzioni saline ritardano anch' esse lo sviluppo della ebollizione, cosicchè la temperatura alla quale bollono è più elevata di quella a cui bolle l'acqua pura: e ciò perchè le medesime vaporando si concentrano, non essendo altro i vapori così prodotti, fuorchè acqua pura, e concentrandosi cresce l'affinità eterogenea, che unita alla omogenea fa maggiore ostacolo alla ebollizione.

E qui non possiamo dispensarci dal riflettere, che i fisici poco studio hanno posto nel ricercare le variazioni, che i sali disciolti in diverse proporzioni producono sul punto dell' ebollizione dell' acqua; sebbene siffatte ricerche abbiano una grande importanza scien-

tifica, ed interessino primieramente perchè il ritardo prodotto nel punto dell' ebollizione dell' acqua dai sali disciolti nella medasima, presso a poco può riguardarsi come la misura delle affinità che i medesimi hanno per l'acqua stessa: secondariamente perchè la deliquescenza di un sale ha un rapporto notabile col ritardo prodotto dal medesimo nell' ebollizione dell'acqua: terzo perchè le ricerche in proposito riescono molto utiutili, per determinare la concentrazione o la purezza delle soluzioni saline, e la temperatura corrispondente alla saturazione loro, che poi fissa un limite superiore, oltre il quale non è necessario giungere, per togliere a un dato sale tutta l'acqua di cristallizzazione. Quello che attualmente ha richiamato la sua attenzione sopra questo argomento, e che ha preso ad un tempo di mira tutte queste circostanze, si è I. Legrend, il quale nell' agosto del 1835 presentò all' accademia delle scienze di Parigi una memoria sulle variazioni prodotte nel punto della ebollizione dell'acqua, dai sali disciolti nella medesima in diversi proporzioni.

Questo fisico ha sperimentato sopra i cloruri di sodio, potassio, e bario; sopra il carbonato, il fosfato, il nitrato, e l'acetato di soda; sopra il cloruto, nitrato, carbonato ed acetato di potassa, sopra il nitrato di ammoniaca cristallizzato, e di calce; sul sale ammoniaco, sul cloruro di strontio, e di calcio; e sul tartarato neutro di potassa. Queste sperienze sono esposte con molta precisione dal citato fisico, e per ognuno dei nominati sali ha formata una tabella in cui si trovano i ritardi della ebollizione continuamente crescenti di mezzo grado del centigrado; le quantità che vi corrispondono, e la differenza che intercede fra le quantità medesime. Si ottennero questi risultamenti dal sig. Legrand riducendo le quantità di sale impiegate in ciascuna sperienza a quelle

che sarebbero supponendo l'acqua costantemente uguale a 100 parti in peso; tracciando per ciascun sale ciò che dicesi *la curca dei ritardi di ebollizione*, prendendo i ritardi medesimi per ordinate, e le corrispondenti quantità di sale che li produssero per ascisse. Mediante queste curve riesce facile determinare le quantità di sale che a dati ritardi di ebollizione corrispondono, e con tal mezzo sono state costruite le tavole pei diversi sali.

Inoltre i corpi assai porosi, come la pomice ed altri, posti nell' acqua non ancor bollente, accelerano il punto della sua ebollizione; altrettanto fanno i vasi metallici; e tra un vaso di latta ed uno di vetro può esservi la differenza di 1.° R, e anche più. Finalmente la mancanza dell' aria nell' acqua allontana per l'opposito il punto della ebollizione. Un' applicazione della teorica esposta è la marmitta di Papin, nella quale si aumenta in guisa la temperatura, per essere questo vase chiuso ermeticamente, che non pure vi si estrae dalle ossa la gelatina, ma vi si fonde il piombo, lo stagno, ed il rame.

Varie sono le temperature alle quali bollono i diversi liquidi, nè si conosce quella altissima alla quale bollir dovrebbe il platino fuso, nè quella bassissima, certo molto sotto 0.°, alla quale bollir dovrebbero l'acido solforoso, il carbonico, ed altri gas, resi liquidi per la pressione.

Faremo qui osservare di passaggio, che nell' esame della ebollizione si deve anche tener conto del fenomeno chiamato dai francesi *soubresaut*, non ancora studiato quanto merita dai fisici. Allorquando si fa bollire dell' acqua in un vaso di vetro, la ebollizione si opera da principio regolarmente con isvolgimento di numerose bolle, e senza strepito; ma quando l'acqua ha perduto la maggior parte dell' aria in essa disciol-

ta, l'ebullizione si opera mediante una eruzione intermittente di vapori accompagnata da strepito, nella quale il termometro è soggetto ad oscillare considerabilmente con le sue indicazioni. Molti sali aggiunti all' acqua, sebbene in tenue dose, hanno l'efficacia notabile d'impedire questo fenomeno : ve ne ha però degli altri che sommamente lo favoriscono, e fra questi occupa il primo rango il tartarato neutro di potassa. Si crede generalmente che per impedire la produzione di questo fenomeno basti aggiungere al liquidó alcune particelle di un metallo *qualunque*, ed allora sarebbe naturalissimo servirsi del platino, a cagione della sua inalterabilità. Questa credenza peraltro si trova erronea, quante volte si prolunghi per qualche tempo l'ebollizione. Gettando infatti nell' acqua una presa di limatura di platino, si facilita certo l'ebollizione, a motivo dell' aria che insieme al metallo s'introduce nel liquido ; ma quando quest' aria sia sviluppata, si vedrà tosto ricomparire il fenomeno del *soubressaut*. Non si pretende qui di affermare che lo stato del metallo è senza influenza, e che il medesimo agisce ugualmente spolverizzato che in massa : ma solo che la cessazione dell' anzidetto fenomeno dipende dalla natura di esso metallo. E per verità molte sperienze dimostrano che i metalli più efficaci ad impedire il fenomeno stesso sono il zinco, e quindi il ferro, vale a dire quelli che decompongono l'acqua con maggior facilità. Il zinco alcune volte non prova verun' alterazione, altre si trova in superficie leggermente appannato. Da queste osservazioni concludiamo, che se occorra fare delle sperienze nelle quali si debba ottenere una ebollizione uniforme, silenziosa, e costante nella temperatura, si dovrà immergere nel liquido soggetto a bollire alquanta limatura di zinco, o di ferro.

In quanto alla rarefazione dei solidi è da osser-

vare, che questa è minore dei liquidi, perchè nei primi la forza attrattiva è maggiore assai più che nei secondi. La dilatazione di un solido è sensibilmente equabile, fra limiti termometrici non assai distanti; giacchè più cresce la temperatura, e più grande quella riesce per ogni grado del termometro. Pare secondo il nostro autore, che le dilatazioni dell' acciajo temperato si oppongano in parte a questa legge, poichè vanno esse decrescendo, fino ad un certo termine, col crescere della temperatura. Osserveremo inoltre col medesimo che le verghe di metallo, dopo essere state scaldate o raffreddate, non tornano del tutto alle prime dimensioni, conservando parte del ristringimento od allungamento subito; che molti corpi sogliono riscaldati ristringersi, e ciò avviene perchè questi ritengono sempre fra i loro pori della umidità; che le sostanze animali contraggonsi al fuoco, ed increspansi, perchè il forte calore obbligando i principj evaporabili, che si trovano in esse, a fuggire dalle loro fibbre, produce il condensamento e la contorzione delle medesime. Un' applicazione utilissima della rarefazione dei corpi, e specialmente della inegual dilazione dei diversi metalli, è la costruzione del pendolo così detto di compensazione, come degli orologi da tasca, distinti con lo stesso nome. Un'altra applicazione del suddetto principio pure i termometri, de' quali ora l'autore entra a parlare: noi lo seguiremo nelle cose più rimarchevoli.

Il primo termemetro a noi noto è quello ad aria detto di Drebbel, la invenzione del quale ignoriamo precisamente se attribuire allo stesso Drebbel medico in Alkmaar, o a Galileo, o a Santorio medico a Venezia; ed è insieme termoscopio, e baroscopio, perchè le indicazioni sue ad un tempo sono l'effetto del calorico e della pressione atmosferica; onde niuna di

queste due cagioni misura con esattezza. Bayle fece al termometro di Drebbel un' utile medificazione, collocando il serbatojo dell' aria al di sotto, lo che permetteva la immersione dell' istromento in un liquido per isperimentarne la temperatura. Il padre Lana immaginò e descrisse nel 1670 varie ingegnose fogge di termometri ad aria; e nel 1702 ne inventò e descrisse uno Amontons parimente ad aria, che fu poi perfezionato per opera del Rondelli e dello Stancari. Utile in molte ricerche è lo strumento inventato da Rumford, che per la prontezza delle sue indicazioni e squisitezza delle medesime, marcando anche i mezzi centesimi di grado dei termometri comuni, fu detto *termoscopio*. Il termometro differenziale di Leslie non differisce gran fatto da quello di Rumford ora indicato; ma solo ha un difetto, ed è che l'aria dilatata dal calorico in una delle due palle, solleva una colonna di liquido sempre maggiore; laonde per eguali aumenti di temperatura non dovrebbero le divisioni della relativa scala essere uguali come sono, ma decrescenti. Nelle aggiunte all' opera in proposito dà l'A. una breve descrizione con figura del *collettore del calorico*, invenzione del Bellani che non era ancor pubblicata. Ultimamente l'inventore stesso ha dato in luce una memoria su tale strumento. Ciò è quanto sommariamente concerne i termometri ad aria, che certo se avessero le indicazioni loro indipendenti dalla pressione sia dell' atmosfera, sia di un qualche liquido in essi contenuto, noi non esiteremmo punto a convenire col sig. Pouillet, il quale asserisce che dovrebbero essi preferirsi agli altri tutti; giacchè l'aria, sempre dilatandosi equabilmente, è il solo corpo che possa ben servire a misurare tutte le temperature conosciute: ma, dice Berzelius, ancora ci rimane a trovare il modo per farla servire a questo fine.

Il termometro tutto chiuso fu ritrovato in Firenze dal granduca Ferdinando II: il liquido in esso contenuto era l'alcool. Da prima questo istromento non aveva termini fissi; fu il Rinaldini di Ancona che propose di segnare il punto a cui si arresta il liquore tanto nel ghiaccio, quanto nell' acqua bollente. Oggi questa, e il ghiaccio che si fonde, sono i termini fissi comunemente ricevuti sul continente di Europa; e l'intervallo di temperie fra essi compreso dicesi assai comodamente *metro termometrico*. Newton nel 1701 fece il suo termometro a olio di lino: Reaumur nel 1730 propose il suo termometro a spirito di vino indebolito (acquavite), assai diverso da quello che oggi abusivamente si conosce col suo nome: altri ne proposero De Lisle, Micheli, du Crest, Hales, ec; ma la sustituzione del mercurio all' alcool, come ancora la scala conosciuta sotto il nome di Fahrenheit, si deve a Roemer di Danzica. Ora sono tre i termometri adoperati dai fisici, quello di Fahrenheit proposto nel 1724, quello ottagesimale di De-Luc, che per apparente somiglianza dicesi abusivamente reaumuriano: e quello centigrado di Celso, professore svedese, promulgato anche da Cristin e da F. Fontana. Seguita l'autore ragionando sui termini dei termometri, sulle loro scale, e sui rapporti fra queste. Fa egli osservare le circostanze necessarie a verificarsi perchè il termine della ebollizione corrisponda sempre alla medesima temperatura. Però alle cautele da esso esposte per fissare questo termine, il quale consiste nel portare la temperatura dell' acqua bollente a quello che sarebbe se la pressione atmosferica fosse di 76 centimetri, aggiungeremo le seguenti, le quali consistono: 1 nel metterla in ebollizione dentro un vaso di metallo: 2 nel sottoporre tutto l'apparato alla temperatura che deve indicare: 3 nel non immergere la bolla del termome-

tro fuorchè ad una piccola profondità nell' acqua. Infatti è necessario impiegare acqua distillata: perchè se l'acqua contenesse dei sali estranei, questi ritarderebbero l'ebollizione. Deve il vaso essere di metallo, perchè dietro le sperienze di Gay-Lussac nei vasi di vetro l'ebollizione ha luogo ad una temperatura più elevata di quello che nei vasi di metallo. La necessità di sottomettere la totalità dell' istromento all' azione del calore dell' acqua bollente, apparisce chiara di per se. Si potrebbe soddisfare a questa condizione immergendo l'istrumento interamente nell' acqua bollente; ma la troppo grande massa d'acqua, che bisognerebbe impiegare a tal effetto, potrebbe cagionare gravi errori; poichè gli strati inferiori dovendo sollevare non solamente il peso dell' atmosfera, ma eziandio quello degli strati superiori, la loro temperatura sarebbe necessariamente più elevata; quindi è che fa d'uopo impiegare un apparato, che senza incontrare inconvenienti nuovi, soddisfi alla condizione in proposito, e che noi descriveremo nella memoria che siamo per pubblicare sulla teorica del termometro a mercurio, e sulla costruzione del medesimo. Queste cautele potrebbero evitarsi quante volte per trovare la temperatura da notarsi 100° C., ovvero 80° R. si riscaldi tanto una certa lega detta di Arcet, composta di 5 parti di bismuto, 3 di stagno, e 2 di piombo, quanto basti onde la medesima si liquefaccia; perchè, secondo le sperienze di Newton, ciò avviene sempre alla temperatura corrispondente al suddetto termine. Se nel suggellare il termometro al dardo della lampada restasse un poco d'aria nel medesimo, avverte il N. A. che sarebbe gran male, e noi faremo osservare che i moderni credono anzi esser ciò necessario. Infatti da che il can. Bellani ha richiamata per la prima volta l'attenzione dei fisici sulla variazione dello zero del termometro a mercurio, e

da che la elevazione dello zero termometrico, cagionata secondo le osservazioni di Flaugergues dalla pressione atmosferica, venne confermata dai fisici, si è creduto necessario lasciare nell' estremità superiore del tubo termometrico un piccolo serbatoio di aria, e poi chiudere alla lampada il tubo medesimo. Quest' aria così lasciata facendo equilibrio con la sua elasticità alla pressione dell' atmosfera, impedirà la variazione del serbatoio di mercurio, ed in conseguenza lo spostamento dello zero nella scala del termometro. Il can. Bellani ha riconosciuto un' altra causa, che fa variare dopo un certo tempo il termine marcato 0° nella scala termometrica, ed è il passaggio rapido che fa il vetro del termometro, dalla temperatura di sua fusione, a quella dell' atmosfera, nel momento che si lavora. Per questa specie di tempra, dice il N. A., le molecule del vetro non prendono esattamente quella posizione che prenderebbero se raffreddassero con lentezza, ma restano dilatate violentemente, come l'acciajo temperato. Questo effetto nei termometri chiusi sigillati a fuoco, e ben purgati d'aria, può essere aumentato dalla pressione interna del mercurio. Le molecule, così dilatate oltre quello che porterebbe lo stato loro naturale, vanno a poco a poco riavvicinandosi e stringendosi le une sulle altre, per cui dopo passati alcuni mesi o un anno, da che si è al solito soffiata la palla del termometro, questo si troverà diminuito di capacità, e posto da capo nel ghiaccio fondente l'indicazione 0° della sua scala non si troverà più corrispondere con l'indicazione del mercurio in esso contenuto, il quale resterà un poco più alto di quel termine. La differenza in un anno può arrivare a $\frac{1^{\circ}}{2}$, ovvero anche a 1° R., ma dopo non cresce più. Que-

sta differenza non è da ripetersi dalla pressione dell' aria ; poichè il Bellani l'osservò anche nei termometri aperti , nè deve attribuirsi all' aria che s'insinua tra i pori del mercurio e ne accresce la mole ; poichè lo stesso fisico ha mostrato che quel metallo non assorbe neanche la più piccola quantità, sia di aria, sia di acqua , sia di alcool: onde pare non potersi dubitare che la cagione del fatto medesimo sia quella riferita di sopra. Posto ciò, il nostro autore ad ovviare tale inconveniente nella costruzione dei termometri, propone di graduare i medesimi dopo passato un anno in circa. Noi però saremmo di parere distruggere quella tensione violenta nel vetro del termometro , facendo che questo dopo soffiato alla lampada si raffreddi lentamente in un fornello di una temperatura assai elevata , onde così le molecule prendano la. posizione che loro naturalmente conviene , senza doverla più cangiare col decorrer del tempo. A questo modo non saremmo costretti di far passare un anno per graduare un termometro, dopo averlo soffiato e suggellato. Fa inoltre avvertire l'autore che il dilatarsi del vetro non altera l'esattezza delle osservazioni termometriche ; da che le dilatazioni delle varie specie di vetro sono eguali sensibilmente nei diversi gradi della scalà termometrica , e perciò diminuiscono è vero le ascensioni del liquido nel lubo del termometro , ma non impediscono che le medesime sieno fra loro paragonabili , almeno fra i limiti del metro termometrico. Per le dilatazioni superiori al termine della ebollizione vedasi Berzalius T. 1 pag. 71.

Passa quindi l'autore a parlar del termometrografo , o termometro a indice , strumento destinato a far conoscere la massima o la minima temperatura di un luogo, durante l'assenza di un osservatore dal medesimo ; e fa noto che il can. Bellani ha formato e

descritto un nuovo termometrografo, o termometro per luoghi inaccessibili, che malgrado degli urti e de' movimenti, conserva tuttavia le indicazioni della massima e minima temperatura ricevuta nel medesimo luogo. Questo fisico, egli soggiunge, ci ha dato un termometro, strumento che in un tempo diviene barometro e termometro, e che perciò indica da se stesso le correzioni da farsi a cagione della temperatura alle osservazioni barometriche. Passa quindi a dire dei termometri solidi o metallici, descrivendo quello a foggia di oriuolo da tasca, e quello di Breguet: e finisce l'articolo sui termometri con una osservazione per determinare il zero vero della scala centigrada, cioè la total privazione di calorico, il freddo assoluto. Un corpo, egli dice, quantunque marchi 10°, ed un altro 20°, non perciò potremo riguardare il calorico del primo metà del calorico del secondo; anzi nè anche la temperatura dell' uno sarà metà di quella dell' altro. Quale sarà dunque la temperatura vera di un corpo che indica 10°, 20°, 30° di una determinata scala? Dalton, Clèment, Desormes, Herapath, e molti altri hanno tentato risolvere questo fisico problema, che in altri termini corrisponde a cercare quanti gradi sotto al zero convenzionale del termometro si trovi lo zero reale del medesimo. Ma la differenza dei risultamenti ai quali sono essi giunti, seguendo vie diverse, mostra che le supposizioni dalle quali hanno mosso, non sono egualmente esatte. L'autore riporta il ragionamento di Clement, Desormes, ed Herapath, il quale consiste nel riflettere che la forza espansiva dell' aria, secondo Gay-Lussac, è per ogni grado C. rappresentatata da 0,00375 del suo volume a 0°, espresso da 1. Ora siccome tal forza è dovuta al calorico, sembra doversi ammettere che annullandosi la medesima, debba l'aria rimaner priva di calorico. Ma

per tanto $x$ il numero dei gradi sotto allo zero del centigrado, corrispondenti a tale annullamento, avremo in questo

$$1 - 0,00375\ x = 0\ ,$$

donde

$$x = 266,66.$$

Da ciò apparisce che il zero del calorico dovrebbe porsi a — 266,66.° C.

Passa quindi l'autore a parlare della conversione dei solidi nei liquidi, e dei liquidi ne' solidi, per le variazioni di temperatura: e giustamente riflette che dall' analogia e dalla cognizione degli effetti calorifici possiamo concludere la liquefazione dei solidi tutti, quante volte si applichi ad essi per modo il calore, che senza distruggerli e senza punto alterarne la natura, li renda liquidi, e li fonda. Questa fusione per ogni sostanza corrisponde a un grado fisso di temperatura, che difficilmente si determina pei corpi che la richieggono assai elevata. Nel saggio delle temperature C., alle quali si liquefanno molti solidi, qui riportato dall' autore, noi non vediamo quella del vetro, il quale si fonde a un dipresso alla stessa temperatura dello zinco, cioè a 374.° C. La notizia di ciò interessa per la costruzione dei termometri, e specialmente per impedire, come già riferimmo, il ristringimento della palla, osservato nei medesimi dal Bellani. L'autore si limita a dire, che il vetro si fonde presso a poco alla temperatura a cui diviene rovente. La temperatura corrispondente alla fusione di alcun corpo può diminuire mediante il soccorso dei così detti fondenti, dei quali dà un cenno l'autore.

Per quello poi riguarda il passaggio dei liquidi allo stato solido, è da osservare che se certi liquidi

si raffreddino tranquillamente e con lentezza, la temperatura dei medesimi talvolta si abasserà qualche grado sotto quella corrispondente alla congelazione loro, senza che i medesimi divengano solidi. E' frequente che l'acqua non geli a 0°, ovvero a — 3°; e preservandola dall' agitazione dell' aria con dell' olio, si è conservata liquida, secondo De Luc, a — 10°, e secondo Gay-Lussac, a — 12.° C. Osserva pure l'autore che il volume di vari liquidi, come l'acqua, il ferro, il bismuto, e l'antimonio fusi, aumenta nell' atto della congelazione loro; quello di altri, come il mercurio, l'olio, lo zolfo, l'acido solforico, l'acido antico, diminuisce nell' atto medesimo. Pare che nelle acque agitate non difficilmente la temperatura divenga uniforme nei vari strati delle medesime. A pari temperatura più agevolmente si aggela quella che è in contatto dei corpi solidi, appunto come avviene nelle altre cristallizzazioni. Mentre l'acqua si aggela diminuisce per evaporizione più che non fa quando è fluida alla stessa temperatura, e tanto più quanto è più rapida la congelazione medesima; perchè il calorico, ceduto all' acqua dal ghiaccio che formasi da essa, la fa passare allo stato di vapore.

L'evaporazione, prosiegue l'autore, consiste nel passaggio delle molecule di una massa liquida allo stato *aereo* o *elastico*, quando la forza del calorico vince pienamente quella dell' attrazione moleculare. Osserveremo noi che, onde succeda la evaporazione, deve la forza del calorico vincere nel tempo stesso la pressione del mezzo in cui si opera, e la gravità delle molecule; perciò si potrebbe anche dire che l'evaporazione succede quando la forza del calorico vincendo nel tempo stesso l'attrazione moleculare, la pressione del mezzo ambiente, e la gravità, fa passare le molecule di una massa liqui-

da allo stato aereo. Essendo questa vittoria parziale nella superficie di un liquido, e non continuata, l'evaporazione di questo sarà *lenta* ed *ordinaria* ; nel caso contrario poi sarà copiosa, e produrrà l'*ebollizione* del medesimo. Nei diversi liquidi è diversa la vaporabilità , e l'autore lo prova con molti e rilevanti esempi. Alcuni solidi evaporano anch'essi, come il ghiaccio, l'arsenico, il jodo, la canfora, ec. ; ma questa specie di evaporazione si chiama particolarmente *sublimazione*. Qui l'autore trova opportunamente luogo a parlar degli effluvi odoriferi , ed osserva che l'evaporamento, quando l'attrazione molecolare , unita alla gravità ed alla pressione atmosferica, fanno equilibrio con la forza del calorico , allora deve cessare. Ciò in diverse sostanze ha luogo a qualche grado sotto alla congelazione: quindi nasce il seguente quesito: Donde avvenga cioè che mentre da una parte la forza del calorico non è sufficiente a vincere l'attrazione molecolare, e render liquido il solido, dall' altra trionfando di tutto , persino della gravità, produce in esso la evaporazione ? L'autore fa dipendere assai propriamente la spiegazione dell' esposto fenomeno, dal moto che il calorico imprime alle particelle dei corpi, ancorchè solidi : per cui molte di esse vengono spinte fuori della sfera di attrazione omogenea , e sono quelle che si costituiscono in istato elastico , formando parte dell' atmosfera, nella quale furono lanciate. Così può conciliarsi l'evaporazione anche nei corpi che si trovino sotto al grado di loro congelazione. Alcuni hanno creduto che l'attrazione dell' aria fosse causa dell' evaporazione ordinaria dell' acqua, piuttosto che il calorico, al quale però si permetteva produrre l'ebollizione. Per vedere l'insussistenza di questa ipotesi rifletteremo coll' autore, che un dato spazio a una data temperatura è capace della medesima quantità di vapore, tanto se sia

pieno d'aria o di altro gas, quanto se sia vuoto; ed in altri termini, che l'aria e lo spazio vuoto sono saturati da egual copia di vapore. Il calorico adunque è la causa dell'evaporazione, ma le circostanze che in essa influiscono sono: 1.° la radezza dell'aria sovrastante: 2.° l'umidità della medesima: 3.° l'agitazione dell'aria: 4.° l'ampieza della superficie vaporante: 5.° trattandosi di liquidi posti ad evaporare in uno spazio determinato, la quantità dello spazio medesimo. L'autore procede a dichiarne con belli argomenti le circostanze ora enunciate. Passa egli dopo ciò all'articolo sulla ebollizione; ma noi avendone già reso conto, lo seguiremo nel cap. seguente, che riguarda gli effetti della temperatura sui vapori, fra i quali non si escludono i così detti gas, perchè questi debbono lo stato loro al calorico, e sono *permanenti* solo nelle ordinarie circostanze, mentre con opportuni artificii si possono, come il vapor d'acqua, trasformare in liquidi, che però entrano in ebollizione ad una temperatura molto bassa.

In un dato spazio se la temperatura necessaria al vapore in esso contenuto diminuisca, parte del vapore medesimo dovrà precipitare. Spesso questa precipitazione è un condensamento del vapore nel seno del aria, è un aggregato di globetti opachi e sospesi nella medesima, come avviene di certe sostanze precipitate nell'acqua. Questo precipitato dicesi vapor visibile, e ancora, specialmente quello dell'acqua, *vapor vescicolare.*

A questo proposito l'autore, per vie meglio dimostrare come questi globetti d'acqua possono rimaner sospesi nell'aria, fra le altre ragioni riflette con Laplace che (nell'ipotesi che sieno palloncini vuoti) la pellicola dei medesimi è men pesante in ispecie dell'acqua ordinaria. Infatti, essendo essi globetti vuoti, le molecole della loro pellicola non affetta dall'

attrazion molecolare della massa interna, come quelle poste in superficie di eguali globetti pieni, si addenseranno meno, e perciò la pellicola da cui sono formati, dovrà essere specificamente più leggera dell' acqua. L'alito degli animali d' inverno precipita facilmente in vapor vescicolare, tra perchè in questo tempo lo spazio e facilmente saturo di vapori, e perchè incontrasi coll' aria molta di esso più fredda. Per lo contrario nell' estate sembra talvolta che il ghiaccio o qualunqne altro liquore gelato fumi, perchè il vapore elastico abbondante in questo tempo nell' aria, raffreddato dall' avvicinarsi del corpo freddo, precipita in parte nello stato vescicolare.

La tensione dei vapori elastici, ossia la forza loro di espansione, aumenta o diminuisce con le temperature dei medesimi, ed è misurata dall' equilibrio che il peso di una o più atmosfere fa con essa. Molti funesti avvenimenti ha cagionato la tensione del vapor d'acqua elevato ad alta temperatura. Se un cannone, dopo avere sparato più volte, sia rinfrescato con tale strofinacciolo, che ne riempia il calibrio con troppa esattezza, il vapore che vi si forma non trovando altra uscita, lancia quello con tal impeto, che talvolta porta con se il braccio del cannoniere. Una prova eloquentissima della forza prodigiosa del vapore sono gli effetti portentosi che si ottengono con le macchine mosse da questo agente. Le applicazioni di tali macchine sono numerose, dice il nostro autore: se ne fa uso per le miniere, per muover le trombe, per far girare i molini, per batter le monete, per la stampa dei libri, delle stoffe, per ogni genere di manifatture, e sarebbono lodevoli quanto sono ammirabili, se il vapore fosse impiegato soltanto a supplire alla mancanza delle braccia, e non a render queste forzatamente oziose. Pur troppo da queste mac-

chine, benchè per se stesse ottime ed ammirabili, può derivare qualche inconveniente per colpa degli uomini, come da tutte le cose di questo mondo, e perciò confessiamo che la lode meritata da esse non dev' essere illimitata. Però se i beni che producono sieno, come ora vederemo, di gran lunga valutabili e più durevoli assai dei mali passaggieri di cui le macchine possono essere non già vere cagioni ma solamente occasioni, basterà perchè la introduzione loro debba riguardarsi come al vantaggio dei popoli conducente, ed alla prosperità degli stati; e perchè debba essere favorita. Ci sia permesso adunque intertenerci alqnanto su tal proposito, giacchè le istituzioni che abbiam per le mani ce ne porgono la occasione.

Se ci faremo alquanto ad esaminare la convenienza che l'uso delle macchine ha con l'uomo, e la influenza di queste sul ben essere della società, vedremo primieramente, che le medesime sono indispensabili agli individui dell' umana specie, affinchè godano delle facoltà loro concesse, per conseguire quel fine, al quale ordinati furono dalla natura: secondariamente, che fanno in più modi prosperare la società, giovando agl' interessi morali e materiali della medesima: in terzo luogo che quei mali da molti temuti per la introduzione delle macchine stesse, o non sussistono affatto, o sono passaggieri: finalmente potremo confermare tutto ciò esaminando qualcuno dei processi meccanici adottati nella società per supplire all' umano travaglio.

L'uomo non solo fu dal creatore destinato ad abitare la terra, ma eziandio a migliorare la propria esistenza sulla medesima; perciò gli fu dato per istinto di ordinare a questo fine tutti gli oggetti che lo circondano. Di qui nasce quel diritto di perfettibilità; che tutti godiamo, e pel quale siamo dagli al-

tri animali essenzialmente distinti, di cui la esistenza sulla terra è monotona, uniforme, ed incapace di verun progresso, di verun meglioramento. Affinchè gl' individui della umana specie potessero questo loro diritto sperimentare, furono dotati di mezzi necessari a tal fine, cioè d' intelletto e di volontà. Però con questi soli agenti morali potrà l'uomo discernere, potrà immaginare, potrà volere; ma non potrà sugli oggetti materiali agire, per dirigerli ed ordinarli al proprio bene. Quindi è che l'uomo venne anche fornito di una forza fisica nel suo corpo residente, la quale dal medesimo sviluppasi dipendentemente dalla volontà dell' uomo stesso. Però imbelle come è l'uman corpo, sprovveduto di mezzi acconci ad operare direttamente sulla materia, e privo anche di quelli che la natura concesse a molti altri animali, come artigli, rostri, denti, epidermide ec., non potrebbe trasfondere la sua forza nella materia, e non potrebbe operare in essa quelle modificazioni e quegli effetti da lui voluti, se non vi fossero degl'intermediari fra la forza medesima e l'oggetto materiale su cui vuole agire, per produrre in esso un qualunque cangiamento. Intermediari di tal sorta sono appunto gli utensili e le macchine che l'uomo, guidato dall' intelletto, si procaccia per comunicare la sua forza, e diciam così la sua volontà, alla materia, e per ordinarla al fine dettatogli dall' esercizio del suo diritto di perfettibilità. Dunque l'uso delle macchine non solo all' uomo è utile, ma eziandio necessario, per giovarsi di quelle facoltà, e di quei diritti dalla natura concessigli; dei quali non potrebbe senza grave colpa rimanere infruttuoso possessore. Deve perciò l'uso dei mezzi meccanici riguardarsi nell' uomo come una conseguenza inviolabile della sua fisico-morale costituzione.

Coloro, i quali non abbisognano per giungere alle conseguenze vedere in tutto sviluppata la catena dei raziocini che ad esse conducono, dedurranno facilmente da questi generali e semplici principj, che quante volte nella società, per conseguire certi fini diretti a migliorare la condizione degli uomini, s'impieghino cause capaci di maggiori effetti, con economia di materia, di tempo, e di forza; quante volte cioè s'impieghino delle macchine, dovremo esser certi che si opera secondo la norma segnata dall' ordine sociale. Perciò le difficoltà e i danni che al primo apparir di una macchina si manifestano per l'uso della medesima, specialmente presso coloro dai quali ne dipende l'approvazione, debbono riguardarsi come apparenti, o come passaggieri, e sempre tali da potersi ovviare. Le opposizioni adunque che da taluni si fanno alla introduzione delle macchine, sono, per conseguenza necessaria dei principj esposti, declinazioni dalla norma naturale e sociale, sulla quale debbono gli uomini progredire per accostarsi vie più a quello stato di felicità, cui l'uomo naturalmente tende ed anela. Concludiamo per tanto, che una società perfettamente industriosa, e perciò costituita nello stato di maggior possibile felicità, quella dovrebbe reputarsi, ove gli uomini fossero tutti occupati solo a quegli atti, che assolutamente richieggono intelligenza, ed ove tutto quello che puramente da processo meccanico deriva, fosse dalle macchine e dagli animali eseguito. Veduto così brevemente quanto all' uomo si addica l'uso delle macchine a vivere nella società, per la quale fu destinato, vediamo di passaggio quanto le medesime, risparmiando l'impiego delle braccia, sieno utili agli uomini, e sotto quanti rapporti ne migliorino la esistenza: lo che forma il secondo dei riflessi proposti sul principio dell' attuale disgressione.

Le macchine sia che suppliscano ai travagli umani, sia che più acconciamente dirigano i medesimi, danno sempre maggiori e migliori prodotti con minori mezzi; e ciò forma il principale vantaggio delle macchine, il quale da molti viene riguardato come un inconveniente gravissimo per la società. L'uomo, procurandosi coll' opera sua quanto a'suoi bisogni soddisfa, cambia i travagli coi prodotti; perciò meno impiega esso di quelli, e più il cambio con questi diviene per lui vantaggioso. Quindi se a tanto l'industria umana giungesse, che i prodotti non costassero all' uomo verun travaglio, potrebbero questi ottenersi da lui senza dispendio di sorta. Vero è che in tale ipotesi non si troverebbero più lavori per gli operai: ma è vero altresì, che non avrebbero essi più bisogno di lavorare. La verificazione di questa ipotesi costituisce un limite, al quale si va sempre più accostando l'economia del travaglio, e la utilità della produzione, senza mai poterlo raggiungere.

Il processo meccanico speditivo adottato per ottenere un qualunque prodotto, diminuendo il prezzo del medesimo, ne accresce la produzione, e ne migliora la qualità. Perciò il consumo di esso dovrà necessariamente aumentare; giacchè per esperienza è noto, questo crescere più rapidamente, che non diminuisce il relativo prezzo; laonde si produrranno dei notabili risparmi, che gioveranno alla società sotto due aspetti. Primieramente gioveranno ai consumatori di quel prodotto, i quali si provvederanno del medesimo in maggior abbondanza, ed a minor prezzo; e siccome fra questi sono compresi anche i manufatturieri, che si saranno dovuti ritrarre dall' esercizio dell' arte loro, per la introduzione delle relative macchine; si vede chiaramente che se per queste avranno ricevuto da una parte un danno pre-

cario, avranno certamente per le medesime avuto dall' altra un vantaggio permanente, nel godere cioè anch' essi dall' abbassamento di prezzo procurato dall' introduzione e dall' uso di esse. Secondariamente i risparmi suddetti faranno ben tosto nascere nuovi travagli, e forniranno alla classe lavorante nuove occupazioni. Sarà perciò ben presto migliorata la sorte della società, e specialmente di quelli rimasti nella medesima privi di lavoro per l'adozione dei processi meccanici. Dunque le macchine, anzi che diminuire i mezzi di sussistenza per la classe laboriosa, le porgono invece un aumento di travaglio, e moltiplicano coll' andar del tempo il numero dei lavoranti, non esigendo altro sacrificio da taluni di essi, fuorchè il cangiamento delle occupazioni loro: e niuno cred' io avrà l'impudenza di riguardare questa permuta di travaglio come un danno; essendo invece una benefica risorsa, che le macchine offrono a coloro dei quali hanno rimpiazzato il lavoro.

Se pei diversi lavori, che la terra esige a fornirci le derrate, non si potessero impiegare altri mezzi fuorchè la vanga e la zappa, utensili così poco spediti; forse per alimentare la popolazione attuale vi bisognerebbe l'impiego di tutte le braccia, che oggi servono all' industria di tutte le nazioni; e forse, lo che è peggio, vi bisognerebbe anche l'opera di quegl' individui, che si occupano a coltivare le facoltà dello spirito, e ad aumentare il tesoro delle umane cognizioni. Dunque le macchine non solo riescono in pratica utili alle arti, ma eziandio giovano ai prodotti dell' intelletto, e concorrono indirettamente a promuovere le scienze.

Affinchè meglio si ravvisi l'utilità che le macchine arrecano alla popolazione in cui sono introdotte, riflettiamo che ove l' industria manufatturie-

ra è molto sviluppata, vi sono dei momenti nei quali si arresta il travaglio, soffrendone perciò gravemente la classe degli operai. Questo inconveniente può aver luogo qualunque sieno i processi adottati nelle fabbricazioni, perchè dipende dalla qualità dei prodotti, dall' indole dei tempi, dalla diversità dei costumi, e dai rapporti politici, commerciali, e topografici; le quali circostanze tutte possono influire sull' aumento e sulla diminuzione delle richieste di un qualunque prodotto, e perciò sull' aumento e sulla diminuzione dei lavoranti del medesimo. Ma l'inconveniente in proposito sarà molto meno funesto là dove i processi meccanici speditivi si trovano in uso, di quello chè sia dove tutto a braccia si eseguisce. Infatti quì se il travaglio manca, resteranno molti senza pane; ma là se una macchina cessa di agire, non avravvi altro danno, fuorchè la perdita incontrata dal proprietario della medesima sull' interesse del capitale da essa rappresentato.

Venendo alla terza parte di questo cenno sulla convenienza ed utilità delle macchine, vediamo come i mali temuti per la introduzione loro sieno apparenti o passaggieri, e sempre capaci di essere allontanati: lo che faremo dandoci carico delle principali obbiezioni, che all' uso delle medesime per supplire all' umano travaglio si oppongono. La circostanza *precaria* di non poter somministrare lavoro a certuni operai, che la introduzione delle macchine pone fuori dell' arte che professano, viene considerata da molti come un danno maggiore di quello cagionato dal più caro prezzo di un prodotto. Non possiamo negare che l' introduzione di una macchina speditiva può causare siffatto inconveniente, il quale però non deve impedire l'uso della medesima; giacchè da esso rimarrà ben presto annullato. Non altrimenti

accade nei penduli, e ne' bilancieri di compensazione, dove il calorico annulla esso stesso le variazioni che produce nella distanza dal centro di sospensione a quello di oscillazione. La differenza che intercede fra questi due fatti, uno politico-economico, l'altro fisico, è che l'annullamento degl' inconvenienti prodotti dall' impiego delle macchine, si fa dalle medesime in un tempo più o meno corto; mentre l'annullarsi delle variazioni prodotte dal calorico nelle sudette distanze, si fa da esso nel momento.

Il compenso che le macchine procacciano a coloro, che vennero per l'uso delle medesime respinti dal travaglio, nasce dalla diminuzione di prezzo che inducono esse nei prodotti, e dall' aumento del relativo consumo che ne deriva. Dalle quali cose, come già in altro luogo abbiamo indicato, nascono capitali nuovi, e quindi altre speculazioni e lavori, nei quali troveranno di che occuparsi gli operai dalle macchine rimpiazzati. Vero è che un cangiamento di occupazioni si opera non senza difficoltà: che una industria nuova onde abbia vita, deve trovarsi fra i consumatori di quel nuovo prodotto, i quali non subito ma col tempo si manifestano, e che finalmente abbisogna di nuovi mezzi, d'intraprendenti nuovi, e di nuovi capitali, per essere stabilita, condotta, ed avanzata; ed è vero altresì che tutto ciò non si trova quasi mai sull' istante. Ma dunque per queste difficoltà, di lor natura passaggiere, i progressi arrestar si dovranno che migliorano la esistenza della umana specie, avvicinandola sempre più a quella felicità che può sperare in questa terra? Inoltre la spesa più o meno forte, che sempre incontrar si deve nell' acquisto delle macchine speditive, e nell' attivazione delle medesime, lo spirito di abitudine, il timore di azzardare il danaro, il desiderio di calcolare all' appoggio dei fatti, sono cir-

costanze che non impedendo l'adozione definitiva delle macchine, ritardano sempre l'epoca della estesa loro introduzione; e dando luogo perciò alla graduata permuta fra il processo meccanico speditivo e l'umano travaglio, allontanano tutti gl' inconvenienti, che da esse risultar potrebbero, e specialmente quelli de' quali ora si é fatta menzione.

Supponiamo per un istante che l'uso delle macchine destinate a dare taluni prodotti sia vietato presso qualche nazione. Gli esteri ed i nazionali si troveranno perciò al confronto sui medesimi; però con questa differenza, che i primi usando le macchine li produrranno migliori ed a minor prezzo, mentre i secondi, non usando gli stessi mezzi, non potranno godere nè l'uno nè l'altro dei citati vantaggi. La nazione respingerà, è vero, dal suo confine i prodotti esteri, mediante una gravata imposizione sui medesimi; ma l'enorme squilibrio di prezzo fra questi ed i nazionali, promuoverà il contrabando; e finalmente l'industria estera somministrerà tanto di quei prodotti alla nazione, quanto le ne occorre pel suo consumo. Le relative fabbriche nazionali perciò non si potranno più sostenere per la mancanza di richieste: cesseranno esse dal produrre; la popolazione operaja diverrà di più in più miserabile; ed i nazionali dovranno finalmente rimaner privi di qualla specie di produzione, rinunciando nel tempo stesso alla speranza di fornir lavoro ad un solo di quegli operai, che l'ingnoranza nazionale e l'industria estera posero fuori di travaglio. Così la nazione, per non incontrare un male passaggero e tenue nell' adottare le macchine, dovrà sopportarne uno durevole, e maggiore d'assai nel privarsi delle medesime.

Fermiamoci ora un poco ad esaminare una obbiezione che altri fanno, se non per escludere, al

certo per limitare la introduzione delle macchine in rimpiazzo delle umane braccia. Dicono questi che se il consumo supera i mezzi di produzione, allora i processi meccanici speditivi giovano alla società, perchè soddisfano al bisogno esistente nella medesima. Quante volte però si verifichi l'opposto, cioè che la produzione faccia equilibrio col consumo, sarà ogni macchina un vero danno per la società; giacchè se per una parte diminuisce il prezzo di alcuni prodotti, per l'altra sopprime la vita dei produttori; nè si deve porre il buon mercato in bilancia con l'esistenza. Si risponde facilmente a questa obbiezione riflettendo, che i bisogni di qualunque società non sono sempre gli stessi, ma crescono tanto nella specie, quanto nella quantità, crescendo in essa la civiltà e la produzione. Volgiamo per poco in dietro lo sguardo, e trasportiamoci al decimoterzo o decimoquarto secolo: vedremo i nostri avi mancare di molte cose, che oggi noi riguardiamo come necessarie, ed è indubitato che i nostri nipoti useranno prodotti, di cui non possiamo noi formarci alcuna idea. I mezzi per acquistare le cose godibili si estendono a misura che queste si moltiplicano: i prodotti creati da uno, forniscono ad esso come procurarsi quelli creati da un altro: e così ambedue si trovano meglio provveduti, e la produzione mai non diviene eccessiva. Oltre a ciò, crescendo la massa degli oggetti per uso degl'individui riuniti fra loro in società, crescerà la popolazione, ed il consumo si troverà sempre corrispondente alla produzione. Certo in un paese il numero dei cappelli non deve superare quello delle teste, ma la moltiplicazione dei prodotti oltre ai cappelli moltiplica eziandio le teste; e quand' anche non aumenti la popolazione, tuttavia può aumentare il consumo di molto, giacchè i prodotti copiosamente otte-

nuti dalle macchine, possono impiegarsi nell' acquisto di altri nuovi, che giovino al ben essere della nazione, occupando nel tempo stesso le braccia poste fuori di lavoro dalle macchine.

Dirà forse taluno, che nelle città in cui si produce molto vedesi languire d'inopia un prodigioso numero di operai. Ma facciamo riflettere a questo proposito, che si vede altrettanto nelle città prive dei processi meccanici speditivi : ed in Inghilterra sotto la regina Elisabetta, epoca nella quale non erano in quel paese introdotte molte macchine, il pauperismo non era minore dell' attuale : in Polonia, ove non ancora si è propagato il rimpiazzo dell' umano travaglio con le macchine, si verifica una indigenza molto estesa ; nella Cina finalmente, in cui quasi tutto si eseguisce con le braccia, gli operai sono dalla più grande miseria oppressi. Non è la sostituzione delle macchine alle braccia la cagione del pauperismo, bensì la mancanza d'industria e di attività, la penuria di capitali, la mal' amministrazione, non che altre circostanze dipendenti della particolar economia delle varie nazioni, stati, e provincie.

Ora veniamo al quarto scopo di questo episodio sulle macchine, richiamando l'attenzione sopra qualche industria umana, già coll' opera delle braccia eseguita, ed ora invece praticata con processi speditivi; poichè in tal esame ci sarà dato concretare quanto in astratto abbiamo dimostrato sulla convenienza a sul vantaggio delle medesime. La stampa ci offre un esempio assai rimarchevole della utilità degli anzidetti processi, e della insussistenza dei danni economici che taluni pretendono derivare da quelli. Il processo meccanico della stampa permette a ciascuno stampatore di fare tanto lavoro, quanto ne facevano prima dugento amanuensi. Parrebbe che da tanta economia di umano travaglio derivar dovesse

una forte mancanza di lavoro, e non poca miseria per la classe dei lavoranti suppliti dalle tipografie. Ciò nulla ostante la perfezione, la elegenza, e la moltiplicità dei libri, ha per modo aumentato il consumo dei medesimi, che non solo ha fatto rinunciare ai manuscritti, d'altronde rozzi ed imperfetti, ma nel tempo stesso ha prodotto più e più arti nuove, come la incisione dei punzoni, la fusione dei caratteri, la fabbricazione della carta, le professioni di autore, di correttore, di legatore, e di libraio; le quali tutte forniscono un lavoro tale da tenere occupato il centuplo dei lavoranti che prima occupava la copisteria.

La fabbricazione dei tessuti di cotone manifesta, meglio d'ogni altra cosa, come in pratica si verifichi quanto brevemente abbiamo in teorica esposto, sul vantaggio che la società ricava dalla introduzione delle macchine per qual siasi prodotto, e sulla nullità degl' inconvenienti, che si presumono derivare dall' esercizio di esse. Da poichè Vasco di Gama il passaggio aperse del capo di Buonasperanza, i portoghesi prima, gli olandesi e gl' inglesi poi, tolsero al mediterraneo il commercio dei prodotti indiani, ed approvvigiornarono di questi l' Europa con più abbondanza ed a miglior mercato. L' importazione del cotone, non che de' suoi tessuti dall' India, più facile divenne, per cui si occuparono molte parti di Europa nella fabbricazione delle tele in cotone. Nel 1769 l'Inghilterra contava circa 7900 persone, delle qualli 5200 travagliavano in filare il cotone, e 2700 si occupavano a tesserne le stoffe: quando un barbiere inglese chiamato Arkwright inventò una macchina, mediante la quale una sola persona poteva filare contemporaneamente più centinaja di fili di cotone, facendo così nelle 24 ore un lavoro circa trenta volte maggiore di quello, che nel medesimo tempo si faceva senza il soc-

corso di questa macchina speditiva. Il nominato inglese non solo con questa macchina seppe imitare il processo dalle mani praticato nello stendere i filamenti di cotone, e del fuso nel torcerli a quel grado di finezza che si vuole, ma giunse ad avanzarlo: giacchè il filo con questa macchina ottenuto superava d'assai per la eguaglianza ed uniformità di torsione, come anche per altre circostanze, quello che una mano indiana, delle più esercitate in questo genere di lavoro, poteva produrre. L'introduzione di queste macchine tanto perfette, e tanto speditive, invece di lasciare in Inghilterra senza lavoro la maggior parte degli operai che si occupavano in filare il cotone, accrebbe il numero dei medesimi; cosicchè nel 1787 si contavano in quel paese 352000 persone occupate nella fabbricazione delle cotonerie, invece di 7900; e fra grandi e piccoli, 105000 occupati nella filatura, e 247000 nella tessitura. Inoltre le macchine stesse accrebbero il salario dei lavoranti, giacchè prima di esse una operaja guadagnava 20 soldi di Francia per giorno, e dopo ne guadagnava invece 50. Un uomo che prima guadagnava 40 soldi, dopo la introduzione delle macchine poteva esigere cinque franchi al giorno. Tutto ciò prova che si richiedevano più operai di quello che se ne offrissero; che il numero dei tessitori erasi aumentato; e che il consumo di cotonerie pel suo buon mercato era cresciuto. Dai rilievi presentati al parlamento risulta, che la quantità media di cotone annualmente impiegata nelle diverse fabbriche di cotonerie in Inghilterra dal 1786 al 1790 fu di circa 26 milioni di libbre; ed abbiamo veduto che le persone impiegate a lavorare in quest' epoca erano circa 352000. Ora dal 1821 al 1825 si trovò la quantità media di cotone annualmente impiegata nel paese medesimo essere di 155 milioni di libbre; dun-

que il numero degli operai occupati a lavorar cotone in quest' epoca dovette superare i due milioni. E volendo anche ritenere per esagerate le notizie statistiche degl' inglesi sul proposito, dovremo sempre confessare che la invenzione delle macchine destinate a rimpiazzare il travaglio umano sul cotone, fu accompagnata da un accrescimento considerabile del travaglio medesimo, nel quale non abbiamo considerato nè i marinari, nè i vetturali, nè i negozianti, nè i commessi, nè i sensali, nè i tintori, nè i meccanici, nè i venditori a minuto ec., i quali tutti si occupano, ciascuno alla sua maniera, nel commercio delle cotonerie. Il prodigioso consumo di cotone, che per la sola Inghilterra è giunto a circa 155 milioni di libre per anno, ha moltiplicato non solo il numero delle persone occupate in questo paese, ma in tutti quei luoghi ancora, nei quali si è promossa la coltivazione di tal pianta. In fatti le manifatture di cotone, che attualmente sono in Europa, occupano una quantità prodigiosa di persone al Brasile, nella repubblica d'Haïti, sopra tutta la costa di Cumana, negli Stati-uniti, nella Grecia, e nell' Egitto, dai quali luoghi oggi ne giunge del cotone grezzo; mentre prima della invenzione delle macchine, o non ci veniva per nulla, o ce ne veniva in poca quantità. Si può dunque affermare, che le macchine speditive per filare il cotone, anzi che togliere agli operai di che travagliare, hanno ad essi aumentato per modo le occupazioni, da far crescere considerabilmente il numero dei medesimi.

L'influenza delle macchine per filare il cotone non si è limitata solamente a moltiplicare il numero dei lavoranti e degl' industriosi, che si occupano attualmente nel commercio e nella lavorazione di questo genere; ma giunse a far nascere dai terreni, dai capitali, e dalla industria europea nuovi prodotti,

e nuovi valori, per acquistare quelli delle cotonerie, che ora si consumano in maggior copia di prima. Imperciocchè gl' industriosi di Europa, che si occupano al presente del cotone, danno i prodotti di questa loro industria in cambio di tutti gli oggetti che dall' altra parte bisogna far nascere per l'acquisto delle cotonerie. Ecco in qual modo i progressi di una sola industria estendono la influenza loro sopra tutta l'economia di una nazione, e ne fanno prosperare gl'. interessi.

Forse dirà taluno, che la introduzione delle macchine per filare il cotone se non cagionò danno agl' interessi materiali di Europa, gravemente pregiudicò il commercio degl' indiani, stante la cessazione delle nostre richieste pei loro tessuti di cotone. Però è da riflettere, che sebbene considerabile fosse in Europa il consumo delle cotonerie indiane sino al principio del secolo decimonono, tuttavia paragonato al consumo dell' India stessa, deve riguardarsi come limitato d'assai. Quaranta milioni d'individui soggetti all' Inghilterra, ed altri quaranta milioni sparsi nel resto di quelle vaste e popolate contrade, i quali tutti, uomini, donne, fanciulli, dalla prima all' ultima famiglia vestono di cotone, producono tal consumo del medesimo, che tenne apparir deve quello di Europa, ove gli uomini e le donne usano poche cotonerie per vestirsi, nè sempre le indossano. Inoltre il commercio dell'India con l'Europa variando generi, ha potuto aumentare; giacchè se dovettero sulle rive del Gange fabbricare meno *calicot* e meno *percale* per nostro uso, vi prepararono invece dell' indaco e dello zuccaro: mentre per lo innanzi quel paese neppure un sol barile di queste merci aveva spedito di qua dal capo di Buona-Speranza; vi coltivarono e raccolsero il cotone in maggior copia, inviandone in

Inghilterra più assai di quello che prima vi spedivano ridotto in tessuti. Nel 1825 l'Inghilterra, secondo gli stati d'importazione, ha tratto dall' Indostan 59350 balle di cotone, ciascuna del peso comune di 340 libre.

Ma riprendiamo il camino lasciato, e torniamo sull' oggetto primario di questi nostri articoli, cioè sulle istituzioni fisico-chimiche del p. Pianciani, che troppo da esse abbiamo già divertito per discorrere sui rapporti delle macchine cogli uomini, e per convincere chi per avventura nol fosse, del vantaggio grandissimo che le medesime arrecano alla società.

L'autore dopo aver parlato dell' eolipile, viene ad esporre alcune sperienze, che hanno rapporto con la formazion del vapore, ma che sembrano paradossi. L'acqua ed altri liquidi, che bollono di subito e con violenza al contatto di un corpo assai caldo, se cadono sul medesimo assai più caldo e rovente, svaporano tranquilli senza bollire, o al più con lento ed appena sensibile bollicamento. Prima espone l'autore i fenomeni osservati gettando dell' acqua sopra solidi fusi, poi sopra i medesimi soltanto roventi; e sempre ne risulta che l'acqua senza entrare in ebollizione svapora tranquillamente e con lentezza, finchè il metallo sul quale trovasi cessi di essere candente; giacchè allora sviluppa in essa violentemente la ebollizione, che la trasforma del tutto in vapore. Varie sono le ipotesi che i fisici hanno adottate per la spiegazione dei fenomeni accennati. Rumford crede che i medesimi sieno dovuti alla riflessione del calorico sulla superficie dell' acqua: Pouillet l'attribuisce alla proprietà del calorico raggiante, il quale traversando i liquidi diafani gli scalda meno assai di quello che farebbe se fossero men caldi, essendo allora mag-

giore la densità dei medesimi : altri pensano che i corpi fortemente arroventati possano comunicare a certi liquidi assai calorico, anche prima di toccarli, onde essi emettono vapore in copia sufficiente ad impedire il contatto. Che se il vapore formato si dissipi, o il liquido sia sul punto di toccare il corpo candente, nuovo se ne formerà, e respingerà il liquido. Se così è, il liquido ricevendo calorico soltanto per mezzo della radiazione e pel vapore frapposto, può non bollire malgrado della temperatura elevatissima del corpo candente. Questa ipotesi può ancora servire a spiegare quella specie di pulsazione avvertita dal can. Bellani in certe sperienze analoghe a quelle in proposito. Altri finalmente pensano che la *repulsion calorifica* sia la cagione dei fatti sopra indicati, quella repulsione osservata già da Libri in una goccia d'acqua sospesa ad un filo metallico, la quale sempre si allontana dalla sorgente del calorico dove riscaldasi una estremità del filo medesimo, ancorchè il filo s' inclini alquanto all' orizzonte. Secondo le osservazioni di Perckins, fatte ne' suoi generatori, pare che tal forza repulsiva, o repulsion calorifica, si estenda nei metalli alla distanza di $\frac{1}{16}$ di pollice inglese dalla loro superficie, e che sia un effetto fisico del calorico, come la rarefazione, la liquefazione, e il vaporamento, pel quale i diversi corpi si mantengono a distanza sensibile, quando però la temperatura dei medesimi è altissima. L'autore, dopo avere sviluppato con molte sperienze queste dottrine, si trattiene alquanto sulla *lanterna di sicurezza* del celebre Davy, e poscia viene a dire del vapore dell' atmosfera, e degl' igrometri.

Nei nostri climi temperati il vapor d'acqua nell' aria vicina alla terra, suol variare per ogni metro cu-

bico da 6 a poco più di 12 grammi: queste uguagliano circa 0,01 in peso dell'aria in cui trovasi quel vapore disperso. Alcuni corpi hanno grande affinità per l'acqua, come il sal comune, l'idroclorato o muriato di calce ec., i quali tolgono il vapore acquoso ad uno spazio anche non saturo di esso. Altri poi avidissimi di acqua, come l'idroclorato suddetto ma deacquificato, l'acido solforico concentratissimo, la potassa disseccata coll'arroventamento ec., possono togliere del tutto ad uno spazio, nel quale sono racchiusi, la umidità che trovasi nel medesimo. I corpi, dice l'autore, tendono all'*equilibrio igrometrico*: pare a noi che ciò significhi essere l'umidità o il vapore acquoso tendente a distribuirsi nello spazio e nei corpi compresi nel medesimo, in proporzione dell'affinità che il primo ed i secondi hanno pel vapore stesso. Infatti si deduce lo stesso dal ragionamento dell'autore per dimostrare la tendenza suddetta, perchè si raggira nel considerare l'attrazione che i corpi hanno pel vapore acquoso, e la tendenza di questo a diffondersi nello spazio; ed è manifesto che allora l'equilibrio in proposito avrà luogo, quando fra quell'attrazione e quella tendenza vi sarà eguaglianza. Dopo avere l'autore accennati gli sperimenti per conoscere lo stato igrometrico dell'aria, come sarebbe il metodo descritto dal Magalotti nei saggi dell'accademia del Cimento, pubblicati nel 1666, l'altro di F. Fontana, quello detto di *appannamento* usato da Le-Roy e da Dalton, migliorato poi da Daniell, da Dobereiner, e da Belli, finalmente quello del raffreddamento per evaporazione, praticato da Leslie, da August di Berlino, e dal suddetto Belli, passa egli a descrivere gl'istromenti coi quali, mediante semplici osservazioni, si conosce lo stato più o meno vaporoso dell'aria medesima, e parla dell'igrometro a penna

usato dal De-Luc e dal Chiminello, dei metodi usati dal card. Nicolò Cusano, da Leonardo da Vinci, dal p. Lana, dal p. Kircher, e da vari altri: finalmente viene a descrivere l'igrometro a capello, preferito ad ogni altro da Saussure, e generalmente adottato.

Noi qui riflettiamo, che quando l'ignometro a capello è stato costrutto diligentemente, 1° le sue indicazioni posto nelle medesime circostanze saranno sempre identiche; 2° qualunque sia la temperatura dell'aria, giunto a saturazione, marcherà sempre 100°, e giunto a siccità perfetta marcherà 0°; giacchè 33° C. di calore fanno variare l'igrometro di solo $\frac{3}{4}$ di grado. Perciò l'azione igrometrica del capello è costante, l'effetto della temperatura per far variare la sua lunghezza è sensibilmente nullo nei limiti dell'atmosferica temperatura, e qualunque sia questa, purchè il capello rimanga suturo di vapore, sempre conterrà la medesima quantità d'acqua, poichè sempre si allunga egualmente.

Le indicazioni dell'igrometro non danno a conoscere l'assoluta quantità di vapore che l'aria contiene, ma solo, come giustamente osserva l'autore, quanto essa dista dal punto di sua saturazione, ovvero dallo stato di sua massima umidità. Infatti rimanendo costante la quantità di vapore e crescendo la temperatura, è manifesto che l'aria aumenterà la sua capacità pel vapore, cioè si allontanerà dallo stato di saturazione. Ora l'igrometro per l'evaporamento sofferto procederà contemporaneamente verso la siccità, cioè si allontanerà pur esso dal grado corrispondente alla saturazione, tanto sua quanto dell'aria, ed indicherà la distanza dell'attuale suo stato da quello di massima umidità.

Ad ottenere però, mediante le igrometriche indicazioni, il peso assoluto del vapore contenuto in un dato volume d' aria, ad una determinata temperatura, facciamo qui riflettere che Gay-Lussac ebbe ricorso alla corrispondenza dell' igrometro con la tensione del vapore ; e formò una tavola per la temperatura di 10° C, ove le diverse tensioni si trovano espresse in *centesimi* di quella che appartiene alla saturazione. Con questo mezzo, e con la densità del vapore d'acqua, ognuno potrà facilmente calcolare il peso della medesima. Dalla semplice ispezione della suddetta tavola risulta che le indicazioni dell' igrometro, corrispondenti successivamente a 0, 1, 2, 3, 4, . . . *decime* di vapore, si trovano essere da 0°, 22°, 29°, 53°, . . . Da ciò concludiamo non poter essere l'allungamento del capello in verun modo proporzionale alle quantità di vapore contenute nell' aria. Si avrà di questo fatto la ragione fisica riflettendo, che l'affinità del corpo igrometrico per l' acqua è la causa che fa variare le dimensioni di esso corpo, e che l'energia dell' affinità medesima dipende, come sappiamo per altra parte, dalla temperatura, e dallo stato di saturazione ; cosicchè nella scala igrometrica 100° non corrispondono ad una quantità di vapore doppia di quella che a 50° si riferisce. Saussure ha costruito una tavola che presenta prossimamente l'affetto del calorico sull' igrometro, e che Despretz chiama effetto pirometrico, nella quale presenta le variazioni che un grado di calore produce nell' igrometro a capello, portato successivamente col mezzo del vapore a diversi punti della sua scala. L' applicazione fatta dal nominato Despretz di essa tavola, nel suo trattato di fisica pag. 124, traduzione italiana, merita di essere consultata. Dopo aver parlato l'autore dei miglioramenti arrecati

all' igrometro a capello, e dopo detto di altri simili stromenti, passa a dire degli effetti termo-chimici.

Nei precedenti capi si è parlato degli effetti fisici del calorico; in quello che ora percorriamo si parlerà degli effetti chimici del medesimo, cioè tanto degli effetti prodotti dalla temperatura sulle azioni chimiche, quanto di quelli che queste producono sulla prima; de' quali, a volerli coll' autore brevemente indicare, diremo: 1° che il calorico diminuendo la coerenza de' solidi, o totalmente distruggendola, facilita gli effetti dell' affinità chimica fra i medesimi: 2° che distrugge le combinazioni, facendo passare uno dei componenti allo stato elastico, nel quale non può l'altro seguirlo: 3° che modifica la causa delle chimiche operazioni, diminuendo o anche aumentando le affinità fra i corpi che tendono a combinarsi: 4° che un aumento di temperatura è necessario perchè i corpi detti combustibili combinino gli elementi loro coll' ossigene dell' aria, ed abbrucino. Viceversa il calorico, che influisce tanto nelle chimiche operazioni, viene anche da queste eccitato; poichè nelle combinazioni propriamente dette, per lo più s'innalza sensibilmente la temperatura, e massimamente quando la combinazione ha luogo con celerità.

Per accennar qualche fenomeno meritevole dell'attenzione tanto dei dotti quanto dei principianti, e per procurare a questi delle nozioni esatte il più possibile, s' introduce l' A. a discutere sulla proprietà della voce *combustione*, tanto considerata nel comune linguaggio, quanto in quello degli scienziati; e riflette primieramente che nel comune linguaggio le così dette combustioni altro non sono fuorchè alterazioni chimiche delle sostanze, con isviluppo di

calorico, e luce, o almeno di forte calorico; non essendo combustione il semplice riscaldamento, la ignizione, e la fosforescenza. Il riguardare la voce combustione come sinonimo della ossidazione non è proprio, tanto perchè dal popolo è quella voce adoperata a significare assai più che una semplice ossidazione, quanto perchè non è l'ossigene il solo corpo conburente o negativo, cioè l'ossigene non è solo ad unirsi coi corpi combustibili o positivi, sviluppando calorico e luce; ma il cloro, il jodo, e qualche altro corpo producono lo stesso fenomeno, e chi sa quanti altri per ora sconoscinti lo produranno egualmente. Di più la luce e il calorico si sviluppano anche nella combinazione di dne composti binari, e talvolta per la operazione contraria, cioè per l' analisi dei medesimi, come avviene dell' ossido di cloro, del cloruro di nitrogene, e del suo joduro. Forse può darsi il nome di combustione ad ogni mutamento chimico accompagnato da fuoco, e di combustione oscura a quel fenomeno chimico accompagnato da calorico senza luce. Però la combustione luminosa non è distinta essenzialmente da quella oscnra, solo differisce da essa per la intensità ed energia; e non in modo assoluto, ma relativo ai nostri limitati sensi; giacchè diminuendosi l'azione dell'affinità per qualunque siasi circostanza, diviene oscura la combustione che sarebbe stata senza di ciò luminosa; ed accade lo stesso per la minore intensità dell' orgauo visuale. Quindi l' autore dice, che non saria gran male se la chimica abbandonasse del tutto la voce combnstione, e si limitasse a dire invece: „ 1° che i chimici mutamenti spessissimo innalzano le temprature, e tanto più quanto meno il „ calorico può disperdersi, quant' e più rapida l'operazione, e specialmente, trattandosi delle sintesi

,, principali produttrici di tal' effetto , quanto più ,, forti sono le affinità : 2° che allorquando il calorico innalza ad un certo grado la temperatura, ,, divien luminoso , ossia arroventa il corpo , appunto come accade nel calorico allorchè senza veran' azione chimica si comunica a un corpo, e: g: ,, all' oro , al platino , all' amianto : 3° che più ordinariamente quando appare il calorico luminoso, ,, il mutamento chimico è la combinazione dell' ossigene con un combustibile semplice , idrogene , ,, zolfo, fosforo , carbonio, potassio ec. , o cogli elementi di un composto , cera , sego , olio , ec. , ,, che dicesi combustibile , perchè quegli elementi ,, hanno conservato nello stato di combinazione il ,, potere di combinarsi coll' ossigene , e talora con ,, altri elementi comburenti o negativi, con eccitamento ,, di fuoco. "

Premesso ciò, passa l'autore a rintracciare le cause onde si genera il calorico nelle combustioni , o più generalmente nelle chimiche operazioni, ed osserva: 1° che Lavoisier ha creduto essere il calorico medesimo senza più quello già latente nell' ossigene, e manifestato all' occasione della combustione pel passaggio dell' ossigene stesso allo stato solido , o liquido, o per la sua condensazione. Ma se pongasi mente agli effetti della combustione , si vedrà essere il più delle volte in essa la rarefazione maggiore del ristringimento : dal che dovrebbe aversi abbassamento, e non elevazione di temperatura, contro il fatto : 2° che Crawford ripetè il calorico suddetto dalla diminuzione di quello specifico de' componenti, nell' atto che i medesimi bruciano. Ma le sperienze hanno contradetta queste opinione; e poichè qualche composto, come il vapore acquoso, ha calorico specifico maggiore della somma dei calorici specifici de' componenti , dovrebbe la combu-

stione dell' idrogene produrre freddo invece di fuoco, lo che si oppone al fatto: 3° che altri, per ispiegare lo sviluppo del calorico in proposito, supposero la esistenza di un certo calorico di stato, il quale fosse quasi la forma dei fluidi elastici, e si trovasse in maggior quantità nell' ossigene che negli altri gas. Ma il calorico del quale cerchiamo la causa si osserva eziandio quando l'ossigene è solido, o liquido, quando niun corpo prende lo stato elastico, e quando chi non lo aveva l'acquista: 4° che Luigi Brugnatelli spiegò il fenomeno in proposito, supponendo che il calorico all' ossigene combinato abbandonasse questo, a cagione della prevalente affinità di un' altro corpo; giacchè a' suoi tempi era plausibilmente invalsa l'opinione che il calorico fosse combinato coi gas, e che il gas ossigene si componesse di *termico*, cioè calorico, e di una base, laonde chiamavasi *gas termossigene*. Però questa distinzione dovrebbe estendersi al cloro, al bromo ed allo zolfo, e chi sa a quanti altri corpi semplici, e composti, e con tutto ciò non resterebbe spiegato il calorico prodotto dalle analisi. Il calorico, dice il nostro autore, che in gran copia si eccita nell' atto della combinazione dell' idrogene coll' ossigene, ad onta dell' enorme dilatazione del vapor d'acqua, dovrebbe persuadere che in tal caso l'ossigene e non il termossigene si è veramente congiunto al combustibile: dopo ciò come spiegare, all' appoggio della teorica di Brugnatelli, lo sviluppo copioso che si eccita nella combinazione del potassio coll' ossigene dell' acqua? Fatte varie altre osservazioni molto interessanti, conclude l'autore, che all' agitazione molecolare sembra dovuto lo sviluppo del calorico nelle chimiche operazioni, riservandosi però di spargere nuova luce su tale argomento, quando gli converrà esporre la dottrina sulla elettricità.

Prima di entrare coll' autore nel capitolo, col quale termina la pirostatica di cui abbiamo reso conto col presente articolo, non possiamo a meno di comentare le riflessioni da esso presentate sulla voce combustione, e sulle pretese cause dello sviluppo di calorico in questa sempre osservate. Molto è l'utile che i giovani potranno dal meditare sovr' esse ritrarre, e moltissimo è l'interesse che i fisici debbono unire alla indagine delle cause e delle circostanze che accompagnano il fenomeno della combustione. Poichè l'origine delle epoche le più gloriose della chimica dall' esame attento di questo fenomeno debbe ripetersi. Ognun sa che circa il finir del secolo decimo sesto ancora la chimica era una riunione di fatti fra loro sconnessi, e per lo più congiunti all' empirirismo, al prestigio, ed anche alla malafede degli alchimisti: quando Stahl fissando l'attenzione sul fenomeno della combustione, immaginò la ipotesi del *flogisto*, il quale sviluppato dal combustibile produceva il fuoco. Questa fu la prima epoca gloriosa per la chimica, giacchè allora i fatti moltiplici cominciarono a classificarsi, allora fra i medesimi si ravvisò un vincolo di rapporti, allora in fine la chimica si acquistò meritamente il nome di scienza. Di qui si vede quanto le ipotesi giovino al progresso delle scienze; tutto sta che non si ritengano con ostinazione o spirito di parte, allorchè nuovi fatti e nuove sperienze costringono ad abbandonarle. Non così avvenne della ipotesi flogistica, la quale dopo aver servito alla spiegazione de' fenomeni per più di un mezzo secolo, trovandosi in contraddizione con le nuove scoperte, ebbe ciò nulla ostante quei propugnatori che più non meritava. L'esame però della combustione la fece del tutto proscrivere dalla chimica, e questo esame lo istituì Lavrisier prima d'ogn' altro. Provò egli che la combustione invece di essere

accompagnata dalla perdita di qualche principio, era l'effetto della combinazione del combustile con un corpo ponderabile e gassoso che nominò *ossigene*. Questa fu la seconda epoca di perfezionamento per la scienza chimica; giacchè per siffatte prove fu introdotto in essa il calcolo delle masse, dei volumi, dei pesi, e la numerica precisione. La ipotesi antiflogistica, quale da Lavoisier fu esposta, ebbe in appresso bisogno di essere modificata, ed i chimici furono perciò costretti ad esaminare nuovamente il fenomeno della combustione. Rintracciando essi la causa dello sviluppo del fuoco in questo fenomeno, furono da interessanti sperimenti e scoperte indotti a concludere, che in tutte le combinazioni chimiche avvi neutralizzazione di elettricità opposte, e che questa neutralizzazione produce il fuoco, nello stesso modo che lo porducono la scarica della bottiglia elettrica, della pila elettrica, e del fulmine. Questo progresso della chimica ebbe luogo circa il principiare del secolo in cui siamo, e stabilì la terza epoca da segnalarsi nella medesima; giacchè diede a conoscere al chimico la presenza di una forza efficacissima nei fenomeni da esso analizzati, e produttrice dei medesimi, che a suo bell' agio può con molti e semplici modi procurarsi nel suo laboratorio. Vogliam dire che per siffatto progresso conobbe il chimico i rapporti che passano fra il fuoco e la elettricità, e si aprì l'adito ad un vasto campo di preziose ricerche, alle quali tuttora stanno rivolte le menti degli uomini più distinti nella scienza chimica.

La teorica della combustione adunque, coi fenomeni che l'accompagnano, ha sempre servito di base ai più segnalati progressi della chimica, e forse non cesserà di servire in appresso egualmente. In ogni epoca lo sviluppo di questa scienza si è riconosciuto dall' impulso delle cognizioni allora possedu-

te riguardo al fenomeno della combustione, e si è procurato sempre accordar quelle coi fatti, e conciliare per mezzo di esse tutta la probabilità possibile alla spiegazione dei medesimi. Lo stesso a' giorni nostri si pratica dai più valenti fisici: e sebbene da essi non si disperi poter fornire i necessari materiali al perfezionamento della teorica risgnardante il suddetto fenomeno, pure sono beu lungi dal pretendere che i cangiamenti ora introdotti debbano essere conservati nell' avvenire senza verun alterazione; soprattutto se la scienza continuasse a fare dei progressi tanto rapidi, quanto sono quelli che hanno segnalato questi ultimi tempi.

Il calore animale forma l'oggetto del capitolo XIV, col quale termina l'autore la prima sezione dal terzo libro delle sue istituzioni. Gli animali detti a sangue caldo, cioè i mammiferi e gli uccelli, hanno la temperatura interna quasi costante, e generalmente maggiore di quella del mezzo i cui vivono; ed i pesci, benchè non si classifichino fra gli animali a sangue caldo, pure hanno la temperatura un poco più elevata di quella che ha l'acqua in cui vivono. Crawford e Lavoisier, Berthollet, Gay-Lussac, Humboldt, Pronvensal, Spallanzani, Scheele, Edwars, Nysten e Dulong, Bichat, Legallois, Tillaye, Brodié, Chossat, Delarive, Despretz, Gio. Davy e Henderson, Nobili, e Melloni si sono occupati di tali ricerche, e dalle sperienze di questi ultimi due risulta, che gl' insetti hanno anch' essi l'interna temperatura maggiore di quella dell' ambiente. La principal cagione del calor animale consiste nella respirazione dei medesimi. Ciò risulta dal vedere, 1° che gli animali di respirazione più perfetta sono a sangue caldo: 2° che fra questi più caldi sono gli uccelli, i quali hanno la respirazione proporzionalmente maggiore: 3° che i bruchi hanno sempre temperatura

più elevata delle crisalidi, e delle farfalle perfette; avendo quelli nel tempo stesso il sistema respiratorio molto più sviluppato di queste. L'aria mentre serve alla respirazione si altera, ed una porzione del suo ossigene combinandosi nel polmone col carbonio del sangue venoso trasforma questo in arterioso, producendo al tempo stesso il gas acido carbonico, il quale si emette con alquanta umidità; l'altra porzione di ossigene probabilmente serve a formar dell' acqua. Che avvenga poi del nitrogene in questa operazione, ancora è controverso; altri lo dicono assorbito, ed altri esalato. Checchè sia di ciò, egli è certo essere una sorgente del calor animale, il calorico sviluppato nella sintesi del gas acido carbonico, il quale secondo le sperienze di Despretz può fornire 0,696 circa del calore animale. Se poi quella parte di ossigene, che sparisce nella respirazione, produca veramente dell' acqua, troveremo in questa seconda sintesi un' altra sorgente del calor animale; e dagli sperimenti a questo fine istituiti risulta che ad essa dovrebbe tribuirsi circa 0,296 del calore stesso. La respirazione pertanto rende plausibilmente conto di circa 0,99 del calore medesimo. Dunque o negli animali oltre alla respirazione avvi un' altra sorgente di calore, o le due nominate sintesi eseguite sotto l'imperio misterioso delle forze vitali sono di maggior calorico feconde. Osserva inoltre il nostro autore, che alcune piante elevano la temperatura allorchè fioriscono, e che per alcune sperienze di Hunter, di Slevogt e di altri, sembra che nello stato ordinario abbiano i vegetabili una temperatura loro propria, e sensibilmente maggiore di quella dell'ambiente. Shubler è andato più oltre sopra questo argomento, ed ha dimostrato con esperienze, che la temperatura media degli alberi eguaglia la temperatura media dell' atmosfera.

Lo studio del calorico tanto animale quanto vegetale, sia riguardo alla sua origine, sia riguardo ai suoi rapporti con le funzioni organiche e con le forze vitali, è un soggetto di somma importanza per la fisiologia del regno organico. Sotto questo aspetto al presente si occupano i sigg. Becquerel e Breschet di tale questione, al certo delle più astruse che abbia mai la fisica. E poichè i tentativi da uno di essi già fatti, per conoscere l'influenza chimica della elettricità sulla germinazione dei grani, e sullo sviluppo della giovane pianta, mostrarono tutte le difficoltà che s'incontrano ricercando intorno ai fenomeni della vita, perciò hanno determinato i suddetti fisici seguire un'altra direzione per indagare i fenomeni stessi, cioè lo studio degli effetti calorifici. Allorquando l'elettricità, dice il sig. Becquerel, propagandosi nei corpi incontra degli ostacoli capaci di rallentare il suo corso, là ove si manifestano tali ostacoli avvi produzione di calore; e reciprocamente allorquando il calore si propaga, se incontra un ostacolo che si oppone al suo libero circolare, avvi separazione delle due elettricità precisamente là ove la sua propagazione è modificata. Questo rapporto fra il calorico e la elettricità è cagione sufficiente a istituire, come stanno praticando i nominati fisici, delle indagini sul calore animale, per quindi sparger luce sui fenomeni elettro-organici, sulla natura elettrica o chimica delle forze vitali, e sul modo particolare di agire dell' organismo.

Le sperienze fin qui fatte sul calore degli animali e delle piante sono ristrette di numero, e poco interessanti. Ciò nasce dal non avere i fisici adoperato altro mezzo fuori che il termometro: il quale, 1° non può penetrare nell' interno degli organi senza la previa incisione dei medesimi, lo che altera non poco gli effetti calorifici tutti propri della vitalità: 2°

quantunque piccolo, presenta sempre una massa che deve assorbire molto calorico per mettersi in equilibrio di temperatura con le parti ad esso contigue, le quali se non potranno ricuperare immediatamente il calore perduto, produrranno un abbassamento di temperatura: 3° non può accusare i cangiamenti istantanei di temperatura, poichè abbisogna di un certo tempo per equilibrarsi col mezzo ambiente, ed intanto se nascessero dei fenomeni termo-fisiologici di poca durata, non sarebbero avvertiti. 4° si rende impossibile introdurlo negli organi essenziali alla vita, come nel cuore, nel polmone, nel fegato, nel cervello ec., nei quali, più che negli altri, al fisiologo interessa conoscere come la temperatura si modifichi, pel moto, per lo sviluppo delle passioni, per l'applicazione di certi agenti, ec.

Pertanto i nominati fisici, ad esplorare il calore animale sotto l'aspetto indicato, si sono valsi di un ago metallico più o meno delicato, non essendovi altro mezzo fuori di questo atto a traversare impunemente la maggior parte degli organi animali. Hanno composto il detto ago di altri due similmente metallici, ma di natura diversa, aventi due estremi saldati solamente in qualche punto, e gli altri due communicanti coi fili di un eccellente moltiplicatore. I più deboli cangiamenti di temperatura facendo nascere nei punti di congiungimento una corrente elettrica reagente sull' ago calamitato, lo fa deviare di un certo numero di gradi, e l'angolo di deviazione fa conoscere la temperatura dell' ago, e per conseguenza quella del mezzo ambiente.

Le precauzioni prese nella esecuzione di siffatte sperienze sono le seguenti. Affinchè l'ago metallico, destinato a ricevere la temperatura del mezzo in cui veniva introdotto, cedesse il meno possibile del ricevuto ca-

lorico al resto dell' apparato, e indichi perciò la temperatura più prossima alla vera, si è dato all' ago medesimo il più piccolo diametro che si poteva. Si è adoperato un moltiplicatore di tale sensibilità, che saldando gli estremi dei reofori con quelli di un filo di ferro, la differenza di temperatura di 1° C. fra una saldatura e l'altra, faceva deviare l'ago calamitato di un grado.

Gli aghi adoperati furono di due specie : i più semplici formati di due altri, uno di platino, o rame, l'altro di acciaro, saldati in uno degli estremi nel senso della loro lunghezza, ciascuno avente un mezzo millimetro di diametro, ed un decimetro di lunghezza al meno. La forma di questi aghi esige che si trapassi la parte dell' animale : ma vi sono dei casi nei quali ciò non può eseguirsi, come trattandosi di sperimentare la temperatura dell' esofago, dello stomaco, del tubo intestinale, ec. In tali casi furono adoperati degli aghi formati di due parti longitudinali, una di platino o rame, l'altra di acciaro, terminate ambedue in punta, ed ivi saldate sopra l'estensione di una linea, e separati da membrana isolante e resistente. Le due estremità libere di questi aghi furono messe in comunicazione col moltiplicatore.

Siccome la corrente agisce con tanta maggior forza quanto è minore l'angolo di deviazione dell' ago calamitato, così prima di cominciare l'esperienze si è procurato che l'ago stesso avesse tal posizione, da produrre il massimo effetto. Senza di ciò sarebbe impossibile osservare le piccole differenze nell' intensità della corrente, attesochè più la deviazione è considerabile, più la corrente agisce obliquamente sull' ago, e meno questa deviazione aumenta per l'effetto di un accrescimento d'intensità.

Per evitare che le parti dell' ago non immerse si raffreddino nell' aria, si sono coperte di una vagina di lana. Ma ciò non basta quando la temperatura dell' aria è sotto i 10° C.; dal che deriva la necessità di sperimentare in un mezzo, in cui la temperatura sia per lo meno di 15.° C.

L'ago dovendo essere separato sovente dal filo del moltiplicatore, si è preso l'espediente di terminare in spirale a bastanza stretta i due estremi del filo medesimo, giacchè a questo modo l'ago può essere congiunto e separato dal filo con molta speditezza, introducendo ed estraendo dalla spirale l'estremità dell' ago stesso.

Si è avuta l'attenzione di non diminuire giammai la lunghezza dei fili, affinchè a deviazioni eguali sempre corrispondessero delle correnti eguali in intensità.

Tutte le volte che si è operato con diversi aghi, si è avuta sempre la precauzione di assicurarsi che i medesimi fossero stati costrutti con metalli provenienti dal medesimo pezzo, giacchè la menoma eterogenità basterebbe per modificare gli effetti termo-elettrici.

Con questi mezzi e con queste precauzioni hanno i nominati fisici sperimentato il calore in diverse parti del corpo di parecchi animali; però i metodi per eseguire siffatte sperienze, riportati nella citata memoria, sono tre, l' ultimo dei quali è quello seguito da essi. Col primo di siffatti metodi s'introduce uno degli aghi descritti nella parte del corpo, di cui si vuole sperimentare il calore, collocandone la saldatura nel mezzo stesso, e mettendo poscia le sue estremità in comunicazione con quelle del filo del moltiplicatore. Operando con aghi di platino e acciaro, saranno platino e rame, acciaro e rame i punti di

congiunzione coi reofori: operando con aghi di acciaro e rame, i punti medesimi saranno acciaro e rame. Questi congiungimenti sono immersi nel ghiaccio fondente, affinchè sia costante la temperatura loro; e l'ago calamitato devia in ragione della differenza di temperatnra fra quella della parte esplorata e lo zero.

Appena l'ago si fissa, si ritira l'altro dalla parte esplorata, e se ne immerge la saldatura in un bagno d'acqua di temperatura tanto elevata, da produrre una deviazione maggiore di qualche grado rispetto a quella precedentemente ottenuta. Si lascia raffreddar l'acqua lentamente, e si determina mediante un eccellente termometro la temperatura in cui la deviazione dell' ago corrisponde a quella già ottenuta: e questa sarà la temperatura cercata del mezzo in cui trovavasi prima la saldatura; infatti essa produce il medssimo effetto termo-elettrico.

Questo metodo di sperimentare si riconosce dai nominati fisici molto semplice: ma fanno essi nel tempo stesso riflettere, che ha l'inconveniente di esigere l'impiego del ghiacco, per lo che si rende impraticabile in molte località; inoltre fornisce risultamenti di un mezzo grado circa, precisione che non è sufficiente in molti casi. Tal difetto di sensibilità procede dalla troppo grande differenza fra le temperature delle due saldature.

Il secondo metodo indicato dai suddetti fisici consiste nel diminuire questa eccessiva differenza. Propongono essi perciò di operare con due aghi simili, riuniti con un filo di ferro, collocando le due saldature in due parti differenti del corpo animale, una delle quali abbia cognita la temperatura.

Però questo metodo ha l'inconveniente di produrre degli effetti elettro-chimici, che turbano per modo

i risultamenti, da ingannare facilmente coloro che non li sanno distinguere dagli effetti termo-elettrici. Si evitano per verità gli effetti elettro-chimici, mantenendo una delle saldature nella bocca di qualche persona, mentre l'altra è portata successivamente nei luoghi che si vogliono esplorare. Però colui che prestasi a ciò deve abituarsi a respirare pel naso, per non introdurre dell'aria fredda nella bocca, e deve badare che la saldatura non cangi di posto Inoltre siccome la temperatura della bocca è soggetta continuamente a variazioni, è necessario determinarla di tempo in tempo con un eccellente termometro, che indichi la quinta parte del grado. Avvi però un modo per verificare i risultamenti che si ottengono con siffatto metodo, ed è di operare all'inverso, cioè collocando la saldatura dell'ago in contatto con la bocca, nella parte di cui si cerca la temperatura. Se i risultamenti sono i medesimi, si è certi della loro esattezza; se no, deve cercarsi donde provenga la differenza, fino a tanto che non si giunga alla eguaglianza ricercata.

I metodi ora da noi brevemente riferiti non sono quelli adoperati dai fisici suddetti, sebbene da essi analizzati e discussi nella citata memoria. I medesimi da questi, e da' molti tentativi fatti sul proposito, ne hanno dedotto uno, che più acconcio di tutti si presenta per l'esperienze di cui parliamo.

Questo consiste nel procurarsi mediante un opportuno apparato dell'acqua mantenuta costantemente alla medesima temperatura, per es. a 36.° C., quando trattisi di sperimentare sui mammiferi. In questo bagno s'introduce uno dei due aghi per modo, che la sua saldatura sia nel medesimo immersa: l'altro ago poi s'introduce, come si è detto, nel muscolo sul quale si vuole sperimentare, e gli estremi di questo sono messi

in comunicazione coi fili del moltiplicatore. Per costruire poi la tavola delle temperature che deve servire di guida nella interpetrazione dei risultamenti ottenuti con questo processo, suppongasi che la temperatura di una delle saldature sia mantenuta a 36°; s'immerge l'altra saldatura in un vaso d'acqua, la temperatura della quale si fa variare da 30° p. e. sino a 45°, volendo sperimentare sopra tutti i mammiferi; e si nota in ciascun caso la deviazione corrispondente dell'ago magnetico del moltiplicatore. L'assieme di queste osservazioni basta per far conoscere a colpo d'occhio la temperatura corrispondente ad una deviazione data, e per interpetrare subito i risultamenti di siffatte sperienze.

Le conseguenze, alle quali sono stati condotti i nominati fisici per siffatto modo di sperimentare, sono le seguenti. Primieramente ad essi è sembrato che la presenza degli aghi nei muscoli e nelle altre parti del corpo non modifichino sensibilmente la loro temperatura; e ciò perchè gli aghi nell'introdursi spostano solamente le parti, senza produrre in esse alcun disordine capace di turbare il tessuto organico. Secondariamente hanno essi trovata una differenza notabile fra la temperatura dei muscoli e quella del tessuto cellulare nell'uomo e negli altri animali, che sembra dipendere dalla temperatura esteriore, e dalla maniera di vestire dell'individuo. Questa differenza nell'uomo varia da 2°,25 a 1°,25 in favore dei muscoli. In terzo luogo la temperatura dei muscoli di tre giovani di 20 anni si è trovata di 36°, 77, che è il medio fra i risultamenti adottati da parecchi fisici e fisiologi per la temperatura media del corpo umano. In quarto luogo si è conosciuto che la temperatura dei muscoli prova dei cangiamenti notabili in ragione dello stato di sanità, e si aumenta per le contrazioni, pel movimento, e per

la pressione, ed in generale per tutto ciò che serve a determinare un afflusso di sangue. Per lo contrario la compressione di un' arteria diminuisce la temperatura dei muscoli situati al di là del vaso adiacente. I nominati fisici dopo aver esposto questi principali risultamenti, e vari altri secondari, che per brevità tralasciamo, terminano questa prima memoria sul calore animale, promettendo di esaminare in un' altra, se e come il sistema nervoso influisca nella variazione di temperatura dei muscoli, e qual sia la temperatura del sangue arterioso e venoso, e di varie parti del corpo dell' uomo, e di altri animali non trovate in istato normale; e tutto ciò con la veduta di portare qualche giudizio sul modo, col quale dallo stato patologico del corpo animale viene modificato il calor proprio di ciascuna sua parte. Noi rimaniamo in aspettazione dell' adempimento di tali promesse, per continuare il presente transunto sopra un soggetto, al certo fra quelli che hanno più stretto rapporto coi fenomeni della vita. Ci auguriamo poter ciò fare nel V articolo sulle istituzioni che formano lo scopo primario di questi nostri ragionamenti, e che al tempo stesso ne porgono l'occasione di entrare in varie fisiche disamine, per alternare con esse la esposizione delle teoriche proprie alle istituzioni medesime.

